Famiglia MELSEC-FX

Controllori programmabili

Manuale del Principiante

FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U, FX3UC

Art. no.: 166948
15032011
Versione D

MITSUBISHI ELECTRIC INDUSTRIAL AUTOMATION

Note sul presente manuale

I testi, le illustrazioni, i diagrammi e gli esempi nel
presente manuale servono esclusivamente per illustrare le operazioni di
installazione, programmazione, esercizio e utilizzo dei controllori programmabili
della serie MELSEC FX_{1S}, FX_{1N}, FX_{2N},FX_{2NC}, FX_{3G}, FX_{3U} e FX_{3UC}.

In caso di domande riguardo l'installazione ed il comando degli apparecchi
descritti nel presente manuale, si prega di contattare
l'ufficio di vendita responsabile ovvero il vostro rappresentante
di distribuzione (vedi copertina sul retro).
Informazioni aggiornate e risposte alle domande poste con frequenza sono reperibili
sul sito Internet (www.mitsubishi-automation.it).

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V si riserva il diritto di apportare
in qualsiasi momento e senza preavviso modifiche al presente manuale
o alle specifiche tecniche dei suoi prodotti.

Manuale del Principiante per i controllori programmabili della famiglia MELSEC-FX serie FX_{1S}, FX_{1N}, FX_{2N}, FX_{2NC}, FX_{3G}, FX_{3U} e FX_{3UC}
Codice articolo: 166948

Versione			Modifiche/Aggiunte/Correzioni
A	03/2006	pdp-dk	Prima edizione
B	12/2006	pdp-dk	Nuovo capitolo 7 "Elaborazione di valori analogici"
C	01/2007	pdp-dk	Modifiche: par. 2.3 e par. 2.4 Correzioni: par. 7.2
D	07/2009	pdp-dk	Considerazione dei controllori della serie FX3G e della seria FX3UC Nuovi moduli adattatori FX3U-4AD-PNK-ADP e FX3U-4AD-PTW-ADP

Indicazioni di sicurezza

Gruppo di destinatari

Questo manuale si rivolge esclusivamente a personale elettrico specializzato, con rispettiva formazione professionale riconosciuta, istruito riguardo gli standard di sicurezza applicati nella tecnica d'automazione. Progettazione, installazione, messa in funzione, manutenzione e collaudo degli apparecchi dovranno essere eseguiti esclusivamente da parte di personale elettrico specializzato e istruito riguardo gli standard di sicurezza applicati nella tecnica d'automazione. Qualsiasi tipo di intervento riguardo l'hardware o il software dei nostri prodotti al di là di quanto descritto nel presente manuale, dovrà essere eseguito soltanto da parte del nostro personale specializzato e istruito in merito.

Impiego conforme agli usi previsti

I controllori programmabili della serie FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U e FX3UC sono previsti soltanto per i campi di applicazione descritti nel presente manuale di istruzioni per l'uso. È fondamentale osservare il rispetto di tutti i dati caratteristici riportati nel manuale. I prodotti sono stati sviluppati, prodotti, collaudati e documentati sotto osservanza delle rispettive norme di sicurezza. Qualsiasi intervento non qualificato riguardante hardware o software ovvero la mancata osservanza delle segnalazioni riportate nel presente manuale o indicate presso il prodotto può provocare gravi danni a persone o ingenti danni di natura materiale. È consentito pertanto esclusivamente l'impiego di apparecchi ausiliari o di estensione consigliati da MITSUBISHI ELECTRIC in combinazione con i controllori programmabili della serie FX1S, FX1N, FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U e FX3UC.

Un qualsiasi altro impiego o utilizzo al di là di quanto descritto viene considerato come non conforme agli usi previsti.

Norme importanti in fatto di sicurezza

Durante le operazioni di progettazione, installazione, messa in funzione, manutenzione e collaudo dei dispositivi è fondamentale osservare le norme di sicurezza e antinfortunistiche in vigore per lo specifico caso di impiego. In particolare è essenziale osservare le seguenti norme (senza pretesa di completezza):

- Norme VDE (Associazione Tedesca degli Ingegneri)
  - VDE 0100
    Norme sulla costruzione di impianti di corrente ad alta tensione con una tensione nominale fino a 1000 V
  - VDE 0105
    Esercizio di impianti di corrente ad alta tensione
  - VDE 0113
    Impianti elettrici con impiego di mezzi elettronici
  - VDE 0160
    Equipaggiamento di impianti di corrente ad alta tensione e mezzi elettrici
  - VDE 0550/0551
    Disposizioni per trasformatori
  - VDE 0700
    Sicurezza di dispositivi elettrici per uso domestico e simili applicazioni
  - VDE 0860
    Norme di sicurezza per dispositivi elettronici alimentati dalla rete e rispettivi accessi per uso domestico e simili applicazioni.
- Norme antincendio

- Norme antinfortunistiche
  - VBG Nr.4
    Impianti e mezzi elettrici

Indicazioni di pericolo

Le singole indicazioni hanno il seguente significato:

PERICOLO:
Significa che la mancata applicazione e osservanza di determinate misure di sicurezza può costituire un pericolo per la vita e la salute dell'operatore.

ATTENZIONE:
Costituisce un avviso dinnanzi a possibili danneggiamenti dell'apparecchio o di altri beni materiali in caso di mancata applicazione e osservanza delle rispettive misure di sicurezza.

Indicazioni di pericolo e misure di sicurezza generali

Le seguenti indicazioni di pericolo vanno intese come regole generali per controllori a programma memorizzato in combinazione con altri dispositivi e apparecchi. Esse dovranno essere osservate perentoriamente in fase di progettazione, installazione ed esercizio di un impianto di comando.

PERICOLO

- ***È d'obbligo osservare le norme di sicurezza e antinfortunistiche applicabili per lo specifico caso di impiego. I lavori di montaggio, cablaggio e apertura dei gruppi di componenti, di componenti e apparecchi dovranno essere eseguiti senza alcuna tensione.***
- ***Gruppi di componenti, componenti e apparecchi dovranno essere installati all'interno di un involucro protetto contro scariche elettriche, provvisto peraltro di una copertura in base alla destinazione e di rispettivi dispositivi di sicurezza.***
- ***In presenza di apparecchi con un collegamento alla rete stazionario è necessario provvedere all'installazione di un sezionatore di rete o di un fusibile all'interno dell'impianto installato nell'edificio.***
- ***Controllare i cavi e le linee sotto tensione cui sono collegati i dispositivi in intervalli regolari alla presenza di guasti nell'isolamento o punto di rottura. In presenza di un difetto nel cablaggio sarà necessario disattivare immediatamente la tensione dai dispositivi e sostituire il cavo ovvero il collegamento guasto.***
- ***Controllare prima della messa in funzione se il valore di tensione dalla rete consentito corrisponda al valore di tensione dalla rete presente sul luogo.***
- ***In modo da evitare la presenza di condizioni indefinite a seguito di una caduta della linea o del conduttore sul lato segnale, sarà necessario implementare e osservare rispettive misure di sicurezza.***
- ***Provvedere alle misure preventive necessarie in modo da poter riprendere regolarmente, dopo una perdita o una caduta di tensione, un programma precedentemente interrotto. In questo caso è assolutamente necessario evitare qualsiasi condizione di funzionamento ritenuta pericolosa.***
- ***Dispositivi di protezione per correnti di guasto ai sensi di DIN VDE 0641 Parte 1-3 non sono sufficienti in qualità di unica protezione da contatti indiretti in combinazione con sistemi di controllo a programma memorizzato. In tal caso sarà infatti necessario provvedere a ulteriori o addizionali misure di protezione.***
- ***I dispositivi di ARRESTO DI EMERGENZA ai sensi di EN60204/IEC 204 VDE 0113 devono rimanere attivi in qualsiasi condizione di funzionamento del PLC. Un rilascio del dispositivo di ARRESTO DI EMERGENZA non dovrà provocare un rilancio non controllato o non definito.***
- ***In modo da evitare la presenza di condizioni indefinite a seguito di una caduta della linea o del conduttore sul lato segnale, sarà necessario implementare e osservare sul lato hardware e software rispettive misure di sicurezza.***
- ***Fare in particolare attenzione, durante l'impiego dei moduli, alla rigorosa osservanza dei dati caratteristici per grandezze elettriche e fisiche.***

Contenuto

1 Introduzione

1.1 Il presente manuale

Il manuale si propone di facilitarvi i primi passi nell'utilizzo dei controllori programmabili della famiglia MELSEC FX. Esso si rivolge in particolare agli utenti che non hanno ancora acquisito alcuna esperienza nella programmazione di controllori programmabili (PLC).

Questo manuale può però rendere più facile "passare" ai prodotti della famiglia MELSEC FX anche ai programmatori che finora hanno operato con controllori di altre marche.

Per indicare i diversi prodotti di una serie, in questo manuale si fa uso del simbolo "□" come jolly. Così, ad esempio, l'indicazione "FX1S-10□-□□" abbraccia tutti i controllori che iniziano per "FX1S-10", vale a dire FX1S-10 MR-DS, FX1S-10 MR-ES/UL, FX1S-10 MT-DSS e FX1S-10 MT-ESS/UL.

1.2 Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni e descrizioni dettagliate relative ai singoli prodotti vogliate fare riferimento ai manuali d'uso o installazione dei singoli moduli.

Il Catalogo Tecnico MELSEC FX, codice A36744, vi offre una sintesi dei controllori MELSEC della famiglia FX. Esso fornisce inoltre informazioni sulle possibilità di espansione e sugli optional di fornitura.

Il manuale per principianti relativo al GX Developer FX vi facilita i primi passi con il software di programmazione.

Nel manuale di programmazione relativo alla famiglia MELSEC FX troverete una esauriente descrizione di tutte le istruzioni di programmazione.

Le possibilità di comunicazione dei controllori MELSEC FX sono illustrate in dettaglio nel manuale di comunicazione.

I manuali e i cataloghi sono reperibili gratuitamente sulla homepage Mitsubishi (www.mitsubishi-automation.it).

2 Controllori programmabili

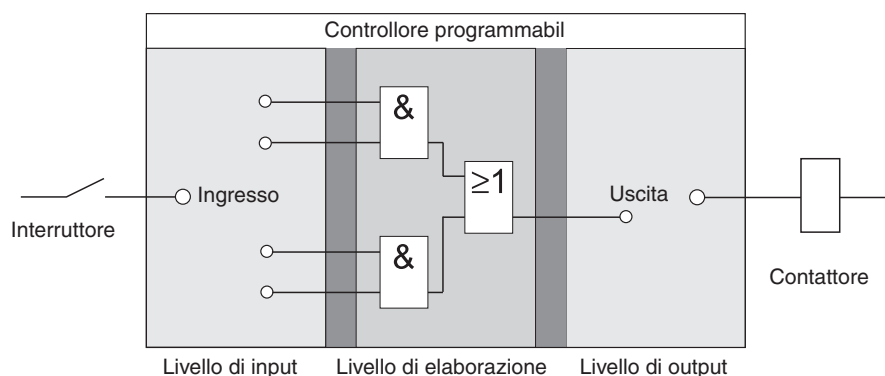
2.1 Cos'è un PLC?

A differenza di un controller il cui funzionamento è determinato solo dal cablaggio, nel caso di un controllore programmabile (PLC) il funzionamento è definito da un programma. Anche un PLC ha bisogno di un cablaggio per il collegamento con il mondo esterno, ma è sempre possibile modificare il contenuto della memoria del programma e adattare il programma stesso a diversi compiti di controllo.

Con i controllori programmabili si inseriscono e si elaborano dei dati, avendo poi un nuovo output dei risultati di tale elaborazione. Questo processo si articola in:

- un livello d'impostazione,
- un livello di elaborazione

e

- un livello di uscita.

Livello d'impostazione

Il livello d'impostazione serve a trasferire al livello di elaborazione segnali di comando, provenienti da interruttori, pulsanti o sensori.

I segnali di questi componenti si generano nel processo di controllo e sono portati agli ingressi come stato logico. Il livello d'impostazione trasferisce i segnali così trattati al livello di elaborazione.

Livello di elaborazione

Nel livello di elaborazione, i segnali rilevati e trattati dal livello d'impostazione vengono elaborati e associati in modo logico attraverso un programma in memoria. La memoria di programma del livello di elaborazione è liberamente programmabile. È sempre possibile variare il ciclo di elaborazione, modificando o sostituendo il programma memorizzato.

Livello di uscita

I risultati ottenuti nel programma dall'elaborazione dei segnali d'ingresso influenzano nel livello d'uscita gli elementi di contatto associati alle uscite, quali ad esempio relé, spie di segnalazione, elettrovalvole e così via.

2.2 Elaborazione di programmi nel PLC

Un PLC opera secondo un dato programma, che di norma viene generato esternamente al controllore, nel quale viene poi trasferito, salvandolo nella memoria di programma. Per la programmazione è importante sapere come il programma viene elaborato dal PLC.

Il programma consiste di una serie di singole istruzioni, che definiscono la funzione del comando. Il PLC elabora le istruzioni di comando una dopo l'altra (in sequenza) nell'ordine programmato.

L'intera esecuzione del programma si ripete costantemente, dando così luogo a una esecuzione ciclica del programma. Il tempo richiesto per l'esecuzione di un programma è definito tempo di ciclo del programma.

Procedura di immagine del processo

Nell'elaborare il programma nel PLC non si ha accesso diretto a ingressi ed uscite, ma alla loro immagine di processo:

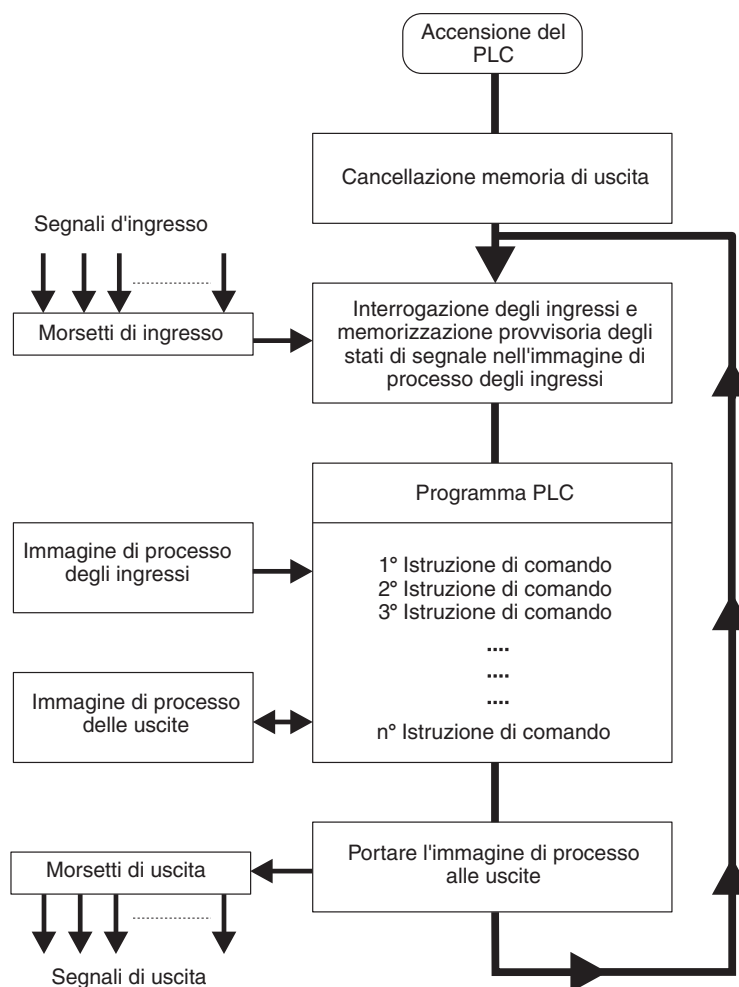



Immagine di processo degli ingressi

All'avvio di un ciclo di programma vengono interrogati e temporaneamente salvati gli stati dei segnali: s'imposta così una cosiddetta immagine di processo degli ingressi.

Esecuzione del programma

Durante la successiva esecuzione del programma, il PLC accede agli stati d'ingresso salvati nell'immagine di processo. Eventuali modifiche di segnale agli ingressi sono quindi riconosciute solo nel ciclo di programma successivo.

Il programma viene elaborato dall'alto in basso, nella sequenza di input. I risultati intermedi sono ancora utilizzabili nello stesso ciclo di programma.

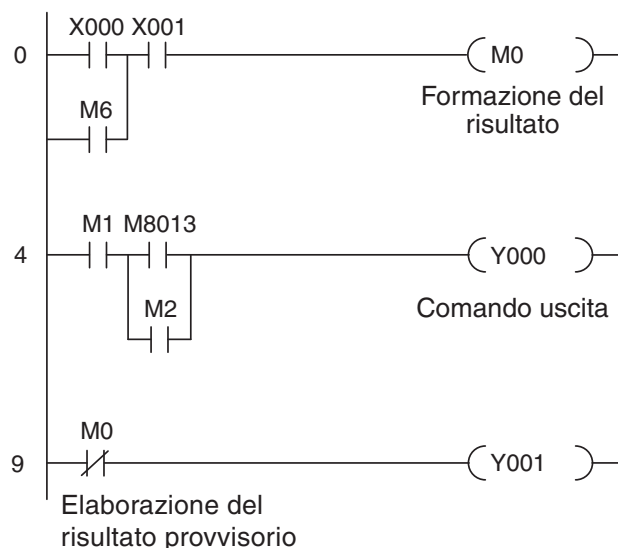
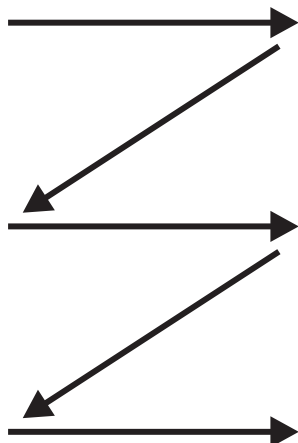



Immagine di processo delle uscite

I risultati delle connessioni (linkage) che riguardano le uscite sono temporaneamente collocati in una memoria uscite intermedia (immagine di processo delle uscite). Solo alla conclusione dell'esecuzione del programma i risultati intermedi sono trasferiti alle uscite. L'immagine di processo delle uscite resta conservata nella memoria uscite intermedia fino alla successiva sovrascrittura. Una volta assegnati i valori alle uscite, il ciclo di programma viene ripetuto.

Diversità di elaborazione dei segnali nel PLC rispetto al controller a programma cablato

Nel caso di un controllore con programmazione cablata, il programma è predeterminato dal tipo degli elementi funzionali e dalla loro connessione (cablaggio). Tutte le fasi di controllo sono eseguite contemporaneamente (in parallelo). Ogni modifica degli stati dei segnali in ingresso provoca una modifica immediata degli stati dei segnali in uscita.

Nel caso di un PLC, una modifica degli stati dei segnali d'ingresso durante l'esecuzione del programma può venire considerata solo al ciclo di programma successivo. Questo inconveniente è ampiamente compensato poi dai rapidi tempi di ciclo del programma. Il tempo di ciclo del programma dipende dal numero e dal tipo delle istruzioni di comando.

2.3 La famiglia MELSEC FX

I piccolissimi controllori compatti delle serie MELSEC FX offrono soluzioni convenienti per compiti di comando e posizionamento, da piccoli a medi, nell'industria, nel commercio e nella tecnica degli impianti domestici, con un numero di ingressi/uscite integrato che va da 10 a 256.

Se si esclude la serie FX1S, tutte le altre serie FX sono espandibili in caso di modifiche d'impianto, portandosi in tal modo all'altezza delle relative necessità.

È anche data la possibilità di collegarsi a reti. In tal modo, i controllori della famiglia FX possono comunicare con altri controllori programmabili ed anche con sistemi di regolazione e HMI. A questo proposito, i sistemi PLC sono, da un lato, integrabili in reti MITSUBISHI come stazioni locali e inseribili, dall'altro, in reti aperte (quali, per esempio, PROFIBUS/DP) come unità slave.

La famiglia MELSEC FX offre inoltre la possibilità di strutturare una rete a caduta multipla (multidrop) e una rete paritetica (peer-to-peer).

Per quanti vogliano risolvere onerosi compiti di controllo, necessitando inoltre di molte funzioni particolari, quali ad esempio il passaggio da analogico a digitale e da digitale ad analogico oppure di capacità di rete, la scelta giusta allora è la serie a moduli espandibili FX1N, FX2N, FX3G, FX3U e FX3UC.

Tutti i tipi di controllori sono parte integrante della grande famiglia MELSEC FX e sono compatibili tra loro.

Dat	FX1S	FX1N	FX2N	FX2NC	FX3G	FX3U	FX3UC
Numero max di indirizzi I/O integrati	30	60	128	96	60	128	96
Espandibilità (numero max I/O)	34	132	256	256	256	384	384
Memoria di programma (passi)	2000	8000	16000	16000	32000	64000	64000
Tempo di ciclo per istruzione logica	0,55 – 0,7	0,55 – 0,7	0,08	0,08	0,21/0,42	0,065	0,065
Numero istruzioni (istruzioni standard/stato dei passi/istruzioni speciali)	27/2/85	27/2/89	27/2/107	27/2/107	29/2/123	27/2/209	29/2/209
Moduli speciali collegabili max	—	2	8	4	8 a destra 4 a sinistra	8 a destra 10 a sinistra	8 a destra 6 a sinistra

2.4 Scelta del controllore

Le unità base della famiglia MELSEC FX sono disponibili in diverse versioni in relazione alla tensione di alimentazione e alla tipologia delle uscite. Potete scegliere tra unità con tensione di alimentazione di 100 – 240 V AC o 24 V DC oppure 12 – 24 V DC e tra le varianti di uscita a relé e transistor.

Serie	I/O	Tipo	Numero ingressi	Numero uscite	Alimentazione	Tipo uscite
FX1S	10	FX1S-10 M□-□□	6	8	A scelta 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	14	FX1S-14 M□-□□	8	6		
	20	FX1S-20 M□-□□	12	8		
	30	FX1S-30 M□-□□	16	14		
FX1N	14	FX1N-14 M□-□□	8	6	A scelta 12 – 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	24	FX1N-24 M□-□□	14	10		
	40	FX1N-40 M□-□□	24	16		
	60	FX1N-60 M□-□□	36	24		
FX2N	16	FX2N-16 M□-□□	8	8	A scelta 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	32	FX2N-32 M□-□□	16	16		
	48	FX2N-48 M□-□□	24	24		
	64	FX2N-64 M□-□□	32	32		
	80	FX2N-80 M□-□□	40	40		
	128	FX2N-128 M□-□□	64	64		
FX2NC	16	FX2NC-16 M□-□□	8	8	24 V DC	A scelta, transistor o relè
	32	FX2NC-32 M□-□□	16	16		
	64	FX2NC-64 M□-□□	32	32		
	96	FX2NC-96 M□-□□	48	48		
FX3G	14	FX3G-14 M□/□□□	8	6	A scelta 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	24	FX3G-24 M□/□□□	14	10		
	40	FX3G-40 M□/□□□	24	16		
	60	FX3G-60 M□/□□□	36	24		
FX3U	16	FX3U-16 M□-□□	8	8	A scelta 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	32	FX3U-32 M□-□□	16	16		
	48	FX3U-48 M□-□□	24	24		
	64	FX3U-64 M□-□□	32	32		
	80	FX3U-80 M□-□□	40	40		
	128	FX3U-1280 M□-□□	64	64	Solo 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
FX3UC	16	FX3UC-16 M□/□□□	8	8	24 V DC	Transistor
	32	FX3UC-32 M□/□□□	16	16		
	64	FX3UC-64 M□/□□□	32	32		
	96	FX3UC-96 M□/□□□	48	48		

Per una giusta scelta del controllore occorre tenere conto dei seguenti criteri:

- Quanti segnali, cioè quanti contatti esterni da interruttori, pulsanti e sensori, si devono rilevare?
- Quali e quante funzioni si devono gestire?
- Di quale tensione d'alimentazione si dispone?
- Quali carichi sono gestiti alle uscite? Uscite a relé, quando occorre gestire carichi elevati; uscite a transistor, per procedure di gestione rapide, senza scatti.

2.5 Architettura dei controllori

Tutte le unità sono in linea di principio strutturate allo stesso modo. I principali elementi funzionali e gruppi sono illustrati in una tabella al paragrafo 2.5.7.

2.5.1 Circuiti di ingresso e uscita

I **circuiti di ingresso** sono realizzati come ingressi senza contatto. L'isolamento dai circuiti di commutazione nel PLC ha luogo attraverso una cosiddetta separazione galvanica tramite optoisolatore.

I **circuiti di uscita** sono realizzati come uscite o a relé o a transistor. L'isolamento dai circuiti di commutazione nel PLC avviene con moduli a transistor, anche qui per separazione galvanica tramite optoisolatore.

Tutti gli ingressi digitali necessitano, come tensione di commutazione, di una determinata tensione d'ingresso (ad esempio, 24 V DC). Questa può essere ottenuta tramite l'alimentatore incorporato del PLC. Se la tensione di commutazione in ingresso è inferiore al valore nominale indicato (< 24 V), l'ingresso non viene elaborato.

La corrente d'uscita massima è 2 A con tensione alternata 250 V al carico ohmico, nei moduli a relé, e 0,5 A con tensione continua 24 V al carico ohmico, per i moduli a transistor.

2.5.2 Descrizione delle unità base MELSEC FX1S

2.5.3 Descrizione delle unità base MELSEC FX1N

2.5.4 Descrizione delle unità base MELSEC FX2N

Connettore alimentazione elettrica
Protezione scariche elettriche
Slot cassette memoria
Morsettiera per ingressi digitali
Foro di fissaggio
LED di segnalazione stati di ingresso
Attacco di fissaggio adattatore funzionale
LED di segnalazione stato di funzionamento
Batteria tampone
Connettore per espansioni
Connettore per unità di programmazione
Connettore per espansioni
Interruttore MARCIA/ARRESTO
LED di segnalazione stati uscite
Morsettiera smontabile per uscite digitali
Coperchio
Carter
MITSUBISHI
MELSEC FX2N

2.5.5 Descrizione delle unità base MELSEC FX2NC

2.5.6 Descrizione delle unità base MELSEC FX3G

Coperchio di protezione
Protezione contro scariche elettriche
Morsettiera per ingressi digitali
LED di segnalazione degli stati degli ingressi
LED di segnalazione dello stato di funzionamento
Coperchio per il bus di espansione
LED di segnalazione degli stati di uscita
Morsetti di uscita
Protezione contro scariche elettriche
Coperchio di protezione
Coperchio dello slot di espansione destro e della batteria opzionale

Slot per cassetta di memoria, modulo di visualizzazione e adattatore di espansione
2 potenziometri analogici
Interruttore RUN/STOP
Sede per batteria opzionale
Collegamento per unità di programmazione (RS422)
Collegamento per unità di programmazione (USB)
Coperchio per collegamenti dell'unità di programmazione, potenziometro e interruttore RUN/STOP
Coperchio dello slot di espansione sinistro

2.5.7 Descrizione delle unità base MELSEC FX3U

2.5.8 Descrizione delle unità base MELSEC FX3UC

Interruttore RUN/STOP

LED di segnalazione dello stato di funzionamento

Slot per cassette di memoria

Cassetta di memoria (opzionale)

Coperchio di protezione per bus di espansione

Batteria tampone

Coperchio per vano batteria

LED di segnalazione degli stati degli ingressi

LED di segnalazione degli stati di uscita

Coperchio di protezione per bus di espansione

Bus di espansione (sul lato)

Collegamento per l'unità di programmazione

Collegamenti per uscite digitali

Collegamenti per ingressi digitali

MITSUBISHI

FX3UC-64MT

2.5.9 Glossario degli elementi funzionali

La seguente tabella riporta il significato e le modalità funzionali dei singoli componenti e gruppi del PLC.

Funzione	Descrizione
Connettore per schede adattatori	In quest'interfaccia si possono inserire adatta-tori di espansione opzionali. Sono disponi-bili adattatori in diverse versioni per tutte le serie FX (eccetto FX_{2NC}), che offrono all'unità base la possibilità di ulteriori espansioni o interfacce di comunicazione. Gli adattatori pos-sono essere direttamente inseriti nel vano previsto.
Connettoreper unità di programmazione	A questo connettore è possibile collegare l'unità di programmazione manuale FX-20P-E o un personal computer esterno oppure un notebook con software di programmazione (es. GX Developer/FX)
EEPROM	Memorie di scrittura/lettura, in cui con il software di programmazione è possibile scrivere oppure da cui è possibile leggere il programma di lavoro . Queste memorie sono memorie fisse: esse conservano le vostre informazioni anche in caso di mancanza di tensione e non hanno perciò bisogno di batterie tampone.
Slot per cassette memoria	In questo slot è possibile inserire cassette di memoria disponibili in opzione. Inserendo queste cassette, viene esclusa la memoria interna del controllore e viene elaborato solo il programma impostato nella rispettiva cassetta di memoria.
Bus d'espansione	A questo bus d'espansione è possibile colle-gare, oltre a unità d'espansione I/O sup-ple-mentari, anche moduli speciali per l'ulteriore potenziamento del sistema del PLC. Una tabella riassuntiva di tali moduli è riportata al capitolo 6 del presente manuale.
Potenziometri analogici	Con il potenziometro analogico è possibile impostare valori di set point. La rispettiva impostazione può essere interrogata tramite il programma ed utilizzata per timer, uscita impulsi o simili (v. par. 4.6.1)
Alimentatore di servizio	L'alimentatore di servizio (non con FX_{2NC} e FX_{3UC}) fornisce tensione continua regolata a 24 V per alimentare i segnali d'ingresso e i sensori. La capacità di carico di questo alimentatore dipende dal tipo di controllore (es., FX_{1S}, FX_{1N} e FX_{3G}: 400mA, FX_{2N}-16M□-□□ ÷ FX_{2N}-32MI-□□: 250 mA, FX_{2N}-48MI-□□ ÷ FX_{2N}-64MI-□□: 460 mA)
Ingressi digitali	Sugli ingressi digitali vengono rilevati i segnali di comando degli interruttori, pulsanti e sensori ad essi collegati. Si possono rilevare gli stati ON (è presente tensione) o OFF (non c'è tensione).
Uscite digitali	Alle uscite digitali si possono collegare, in funzione dell'applicazione e tipo d'uscita, azionatori e attuatori, come ad esempio connettori.
LED stati ingressi	Tramite i led per gli stati d'ingresso viene segnalato a quale ingresso è presente un segnale, cioè è presente una tensione definita. Se il led corrispondente s'illumina, allora c'è presenza di tensione e quindi un segnale di comando sull'ingresso e l'ingresso è abilitato.
LED stati uscite	Gli stati delle uscite, vale a dire la condizione per cui un'uscita è abilitata o disabilitata, sono segnalati da led. Le uscite del controllore possono in questo caso gestire tensioni diverse, a seconda del tipo e della versione.
LED di segnalazione stato di funziona-mento	I led RUN", "POWER", e "ERROR" segnalano lo stato attuale di funzionamento del PLC ed indicano se c'è tensione (POWER), se il PLC sta elaborando il programma in memoria (RUN) o se è presente un guasto (ERROR).
Batteria	La batteria assicura la bufferizzazione della memoria RAM interna del PLC MELSEC in caso di mancanza di tensione (solo con FX_{2N}, FX_{2NC}, FX_{3U} e FX_{3UC}). Serve a bufferizzare l'area latch per timer, contatori e flag. Inoltre fornisce tensione all'orologio integrato quando viene tolta tensione al PLC.
Interruttore MARCIA/ARRESTO	I PLC MELSEC possiedono due modalità di azionamento: "MARCIA" e "ARRESTO". Con l'interruttore RUN/STOP si può passare da un modo funzionale all'altro. In modalità "RUN", il controllore elabora il programma impostato. In modalità "STOP" non si ha l'elaborazione di alcun programma e si può procedere a programmare il controllore.

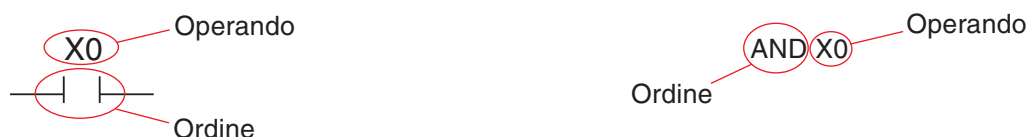
3 Principi di programmazione

Un programma è costituito da una serie di singole istruzioni di comando, che determinano il funzionamento del controllore e vengono elaborate dal PLC nella sequenza programmata. All'atto della programmazione si deve quindi scomporre il processo di controllo vero e proprio in singole istruzioni. Una istruzione di comando è l'unità più piccola di un programma applicativo del PLC.

3.1 Struttura di una istruzione di comando

Una istruzione di comando è costituita da una istruzione (ordine) e da uno o anche, in caso di istruzioni applicative, più operandi. Alcune istruzioni di comando fanno anche a meno di operandi. Queste istruzioni guidano l'elaborazione del programma nel PLC.

All'atto della programmazione, ogni istruzione di comando viene provvista di un codice di livello, definendo così in modo inequivocabile la sua posizione nel programma: una stessa istruzione, infatti, può essere utilizzata più volte nel programma con lo stesso operando.

Rappresentazione di una istruzione in diagramma a scale (sinistra) e elenco istruzioni (destra.

L'ordine descrive quanto si deve fare, cioè la funzione che il controllore deve svolgere. L'operando indica con cosa si deve fare qualcosa. La sua definizione si compone della sigla dell'operando e dell'indirizzo dell'operando.

Esempi di definizioni di operandi:

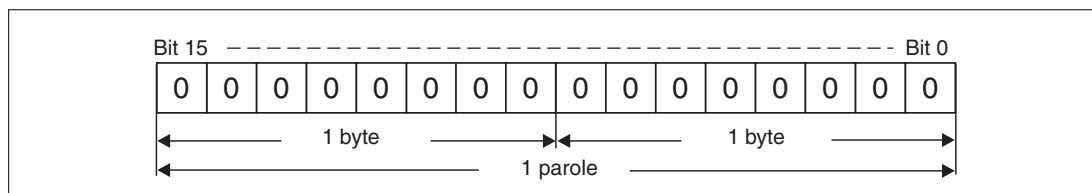
Sigla operando	Tipo	Descrizione
X	Ingresso	Morsetto d'ingresso del PLC (es.: interruttore)
Y	Uscita	Morsetto d'uscita del PLC (es.: contattore o spia)
M	Flag	Memoria transitoria nel PLC, che può assumere due stati ("ON" o "OFF")
T	Timer	"Relè temporizzatore" per realizzare funzioni legate al tempo
C	Counter	Contatore
D	Registro dati	Memoria dati nel PLC, in cui possono essere caricati, ad esempio, valori di misura o risultati di calcoli

Gli operandi sono ampiamente descritti al capitolo 4.

Poiché, per esempio, sono presenti diversi ingressi, indicando l'indirizzo dell'operando si definisce un singolo ingresso.

3.2 Bit, byte e parole

La più piccola unità d'informazione di un PLC (e nella tecnologia digitale in genere) è il "bit". Un bit può assumere solo due stati: "0" (escluso o non vero) e "1" (abilitato o vero.). Nel PLC, i bit vi vengono incontro, ad esempio, sotto forma di ingressi, uscite e flag, i cosiddetti **operandi a bit**.

8 bit danno un byte, due byte formano una parola. In un PLC MELSEC della famiglia FX, per esempio, i registri di dati appartengono agli **operandi a parole**.

Per la loro dimensione pari a 16 bit, in ogni registro si possono memorizzare valori nei limiti da -32768 a 32767 (cfr. par.3.3). Se ciò non fosse sufficiente, è possibile riassumere due parole in una doppia parola di 32 bit, nella quale si possono allora raccogliere valori da -2 147 483 648 a 2 147 483 647. Di questa possibilità si fa uso, ad esempio, nel caso di contatori.

3.3 Sistemi numerici

In un PLC MELSEC della famiglia FX si utilizzano diversi sistemi numerici. Essi servono per impostare o visualizzare valori e per fornire l'indirizzo di un operando.

Numeri decimali

Ogni giorno abbiamo a che fare con numeri decimali. La loro base è "10", il che significa che, se si continua a contare dopo essere arrivati a 9, si ha ogni volta un riporto alla decade successiva (9 → 10, 19 → 20, 29 → 30 ecc.).

– Base: 10

– Numeri: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Con numeri decimali vengono indicati, in un PLC MELSEC della famiglia FX, costanti e set point di timer e contatori. Anche gli indirizzi degli operandi – ad esclusione degli ingressi e uscite – sono indicati in formato decimale.

Numeri binari (Sistema numerico duale)

Come tutti i computer, un PLC elabora solo informazioni IN/OUT o 0/1, salvate in singoli bit (informazioni binarie). Se si impostano o visualizzano numeri in altri formati, il software di programmazione trasforma automaticamente i diversi sistemi numerici.

– Base: 2

– Numeri: 0 und 1

Quando si salvano numeri binari in una parola, i singoli bit ottengono determinate valenze:

Rappresentazione a base 2	Valore decimale	Rappresentazione a base 2	Valore decimale
2^0	1	2^8	256
2^1	2	2^9	512
2^2	4	2^{10}	1024
2^3	8	2^{11}	2048
2^4	16	2^{12}	4096
2^5	32	2^{13}	8192
2^6	64	2^{14}	16384
2^7	128	2^{15}	32768*

* Con valori binari, il bit 15 viene utilizzato per indicare il segno (bit 15 = 0: valore positivo, bit 15 = 1: valore negativo)

Per passare da un numero binario a un numero decimale, si trasformano i bit, che sono "1", in un valore decimale che corrisponde alla loro valenza, addizionando poi i singoli valori.

Esempio ▽ 00000010 00011001 (binario)

00000010 00011001 (binario) = $1 \times 2^9 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0$
00000010 00011001 (binario) = 512 + 16 + 8 + 1
00000010 00011001 (binario) = 537 (decimale)

Sistemi esadecimali

È possibile generare facilmente numeri esadecimali da numeri binari; per questo motivo,si fa spesso uso di numeri esadecimali nella tecnologia digitale e nei controllori programmabili. Nei controllori MELSEC della famiglia FX, i numeri esadecimali sono utilizzati per indicare le costanti. Nel manuale di programmazione e nei manuali relativi ai singoli moduli, i numeri esadecimali sono sempre indicati con l'aggiunta di una "H", per evitare di confonderli con numeri decimali (es.: 12345_H)

- Base: 16
- Cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (Le lettere A, B, C, D, E e F corrispondono ai valori decimali 10, 11, 12, 13, 14 e 15)

Nel sistema esadecimale, dopo ogni conteggio fino a F_H si ha sempre, continuando a contare, un riporto alla posizione successiva ($F_H \rightarrow 10_H$, $1F_H \rightarrow 20_H$, $2F_H \rightarrow 30_H$). Ogni posizione ha una valenza a base 16.

$1A7F_H$

$16^0 = 1$ (In questo esempio: 15 x 1 = 15)
$16^1 = 16$ (In questo esempio: 7 x 16 = 112)
$16^2 = 256$ (In questo esempio: 10 x 256 = 2560)
$16^3 = 4096$ (In questo esempio: 1 x 4096 = 4096)
6783 (decimale)

L'esempio che segue vuole dimostrare la semplicità del passaggio sopra ricordato da numeri binari a numeri esadecimali, e viceversa:

* Nel passare a valori decimali si trasformano sempre 4 bit. Il numero decimale che si ottiene non corrisponde al valore del numero binario completo a 16 bit!

Sistema numerico ottale

Sulle unità base della famiglia FX, ad esempio, non sono presenti gli ingressi X8 e X9, e neppure le uscite Y8 e Y9. Il fatto è che in un PLC MELSEC gli ingressi e le uscite sono numerati in sistema numerico ottale. In questo caso, essendo utilizzato come base l' "8", i numeri 8 e 9 non esistono. Dopo un calcolo fino a 8, per continuare a contare si ha sempre un riporto alla posizione successiva (da 0 a 7, da 10 a 17 .... da 70 a 77, da 100 a 107 ecc.).

– Base: 8
– Cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

In sintesi

Nella tabella che segue si confrontano ancora una volta i quattro sistemi numerici descritti in precedenza:

Numero decimale	Numero ottale	Numero esadecimale	Numero binario
0	0	0	0000 0000 0000 0000
1	1	1	0000 0000 0000 0001
2	2	2	0000 0000 0000 0010
3	3	3	0000 0000 0000 0011
4	4	4	0000 0000 0000 0100
5	5	5	0000 0000 0000 0101
6	6	6	0000 0000 0000 0110
7	7	7	0000 0000 0000 0111
8	10	8	0000 0000 0000 1000
9	11	9	0000 0000 0000 1001
10	12	A	0000 0000 0000 1010
11	13	B	0000 0000 0000 1011
12	14	C	0000 0000 0000 1100
13	15	D	0000 0000 0000 1101
14	16	E	0000 0000 0000 1110
15	17	F	0000 0000 0000 1111
16	20	10	0000 0000 0001 0000
:	:	:	:
99	143	63	0000 0000 0110 0011
:	:	:	:

3.4 Set di comandi base

Le istruzioni di un PLC MELSEC della famiglia FX sono distinguibili in un set di comandi base e nelle cosiddette istruzioni applicative.

Le funzioni delle istruzioni del set di comandi base sono paragonabili a quelle che si generano con il cablaggio nei tradizionali circuiti elettrici. Mentre il set di comandi base è gestito da tutti i controllori MELSEC della famiglia FX, nel caso delle istruzioni applicative si devono osservare delle limitazioni (v. cap. 5).

Il set di comandi base nel complesso

Istruzione	Significato	Descrizione	Riferimento
LD	Carica	Inizio di un link con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.1
LDI	Carica inversam.	Inizio di un link con interrogazine su stato di segnale "0"	
OUT	Istruì. d'uscita	Assegnazione del risultato di un link	par. 3.4.2
AND	E	Link E con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.4
ANI	E-NO	Link E con interrogazione su stato di segnale "0"	
OR	O	Link O con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.5
ORI	O-NO	Link O con interrogazione su stato di segnale "0"	
ANB	E-blocco	Collegamento in serie di link paralleli	par. 3.4.6
ORB	O-blocco	Collegamento in parallelo di link collegati in serie	
LDP	Link con fronte di comando	Istruzione Carica con fronte in salita dell'operando	par. 3.4.7
LDF		Istruzione Carica con fronte in discesa dell'operando	
ANDP		Link E con fronte in salita dell'operando	
ANDF		Link E con fronte in discesa dell'operando	
ORP		Link O con fronte in salita dell'operando	
ORF		Link O con fronte in discesa dell'operando	
SET	Imposta operando	Attribuzione di uno stato di segnale, che si conserva una volta non più soddisfatta la condizione d'ingresso	par. 3.4.8
RST	Ripristina operando		
MPS	Salva, leggi e cancella risultati transitori di link	Salvataggio del risultato di un link	par. 3.4.9
MRD		Lettura del risultato salvato di un link	
MPP		Lettura e eliminazione del risultato salvato di un link	
PLS	Genera impulsi	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in salita della condizione d'ingresso	par. 3.4.10
PLF		Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in discesa della condizione d'ingresso	
MC	Controllo master	Attivazione elaborazione di parti di programma	par. 3.4.11
MCR	Reset controllo master		
INV	Inverti	Inversione risultato del link	par. 3.4.12

3.4.1 Inizio di link (collegamenti)

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
LD	Istruzione Carica Inizio di un link con interrogazione sustato di segnale "1"		F5
LDI	Istruzione Carica, Inizio di un link con interrogazione sustato di segnale "0"		F6

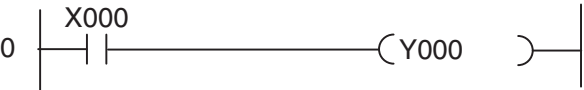
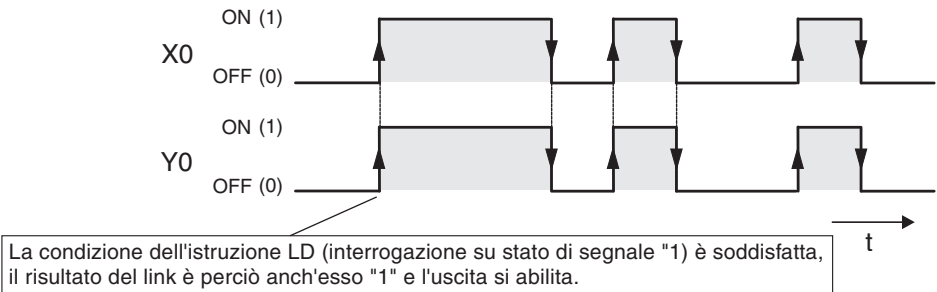
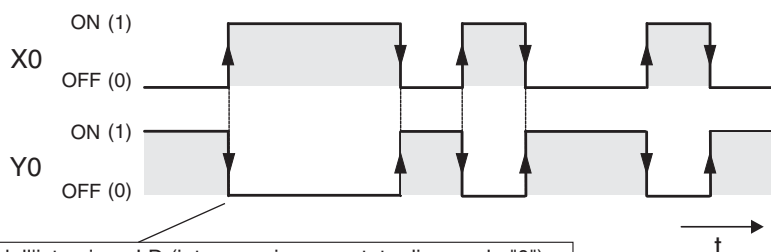
Un percorso di corrente inizia sempre con un'istruzione LD o un'istruzione LDI. Come operandi si possono indicare ingressi, flag, timer, ma anche contatori.

Nel seguente paragrafo troverete esempi di applicazione di tali istruzioni in relazione all'istruzione OUT.

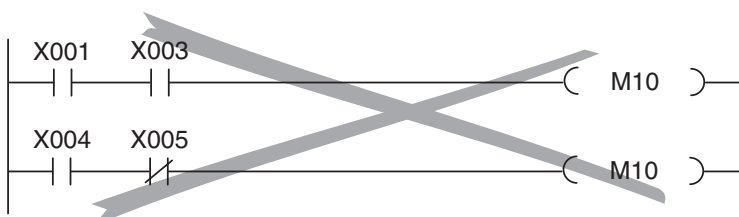
3.4.2 Output o attribuzione del risultato di un collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
OUT	Istruzione di uscita Assegnazione del risultato di un link		F7

Con un'istruzione di uscita (OUT) si può terminare un percorso di corrente. Come risultato di un collegamento si possono anche programmare diverse istruzioni OUT. Il risultato del collegamento, che è stato attribuito a un operando con una istruzione OUT, può essere utilizzato nei successivi passi di programma come stato di segnale d'ingresso.

Esempio (istruzione LD e OUT)

Con queste due istruzioni risulta il seguente andamento di segnale:

Esempio (istruzione LDI e OUT)

Doppia occupazione di flag o uscite

A un operando si dovrebbe attribuire un risultato di collegamento in un solo punto del programma.

Elaborando il programma dall' "alto in basso", la prima attribuzione per M10 viene soprascritta dalla seconda attribuzione

Modificando questa parte di programma, tutti i link di ingresso vengono considerati.

X001 X003 M10
X004 X005

3.4.3 Considerazione dei trasduttori

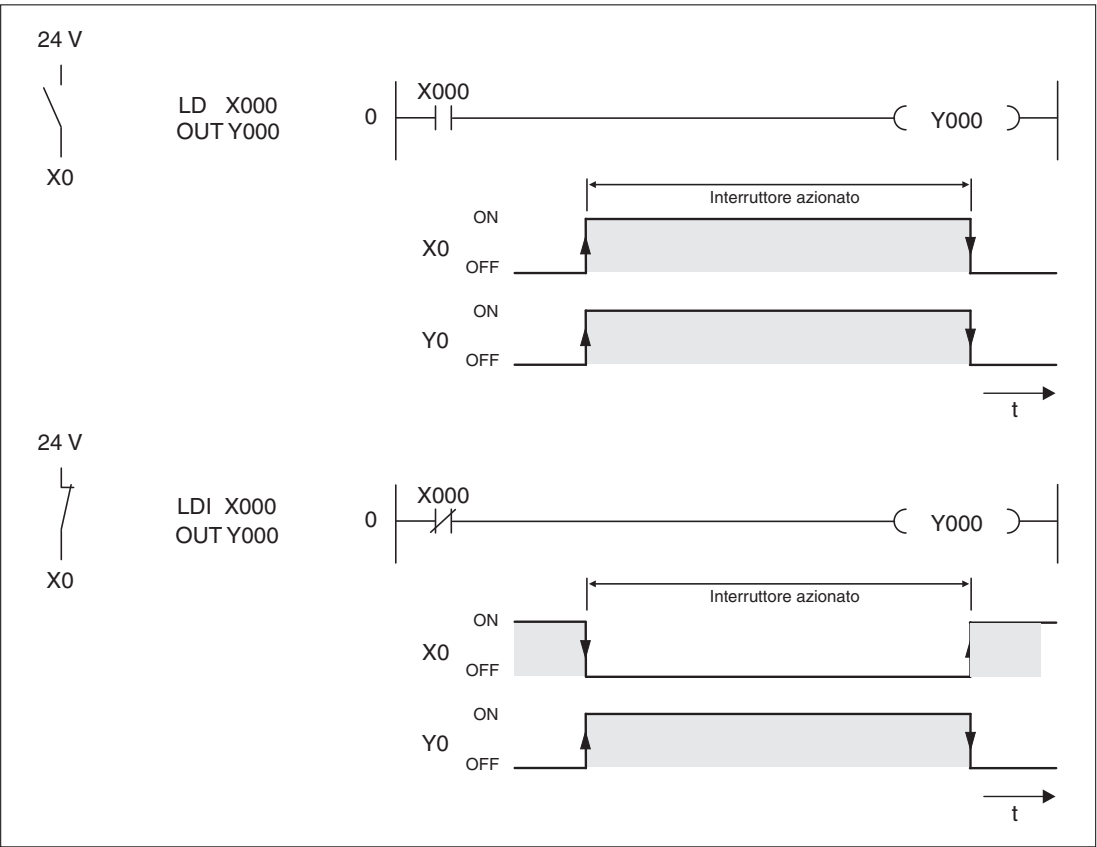
Prima di descrivere altre istruzioni, occorre addentrarci brevemente nel significato dei segnali dei trasduttori.

Nel programmare un PLC, per ottenere la funzione voluta si deve tenere conto delle modalità d'azione di interruttori, pulsanti e sensori. Una istruzione di comando controlla solo lo stato di segnale dell'ingresso indicato, indipendentemente dal tipo e modo di comando di tale ingresso.

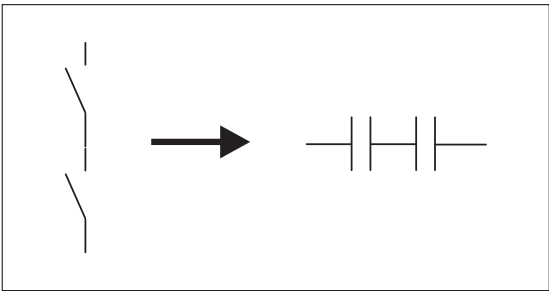
	Contatto di chiusura	Azionando un contatto di chiusura, si abilita l'ingresso (stato di segnale "1")
	Contatto di apertura	Azionando un contatto di apertura, si disabilita l'ingresso (stato di segnale "0")

Già all'atto della programmazione si deve quindi sapere, se il trasduttore collegato all'ingresso del PLC è un contatto di apertura o di chiusura. Un ingresso. cui sia collegato un contatto di chiusura, deve essere gestito diversamente da un ingresso cui è collegato un contatto di apertura. L'esempio seguente vuole illustrare questa situazione.

Per lo più si fa uso di trasduttori con contatti di chiusura. In alcuni casi, come ad esempio per disabilitare azionamenti, trovano però uso per motivi di sicurezza contatti di apertura (v. par. 3.5).

L'immagine che segue presenta due sequenze di programma, in cui si ottiene lo stesso risultato anche con sensori diversi: azionando l'interruttore, si abilita l'uscita.

3.4.4 Link AND

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
AND	E (Link E con interrogazione sustato di segnale "1")		F5
ANI	E-NO (Link E con interrogazione sustato di segnale "0")		F6

Un link E corrisponde ad un collegamento in serie di più interruttori, comunque almeno due. Solo quando tutti i contatti sono chiusi,passa corrente. Se uno o più contatti sono aperti, la funzione E non è soddisfatta e non si ha passaggio di corrente.

Nel software di programmazione si fa per il resto uso, per le istruzioni AND, degli stessi pannelli di comando e tasti funzione come per l'istruzione LD o LDI. Nella programmazione per schema dei contatti (diagramma a scale), il software attribuisce automaticamente le istruzioni in conformità con la posizione d'inserimento.

Se eseguite la programmazione per elenco d'istruzioni, vogliate considerare che l'istruzione AND e l'istruzione ANI non devono essere programmate all'inizio di un percorso di corrente. L'inizio di un collegamento è programmato con una istruzione LD o LDI (par. 3.4.1).

Esempio di un'istruzione AND

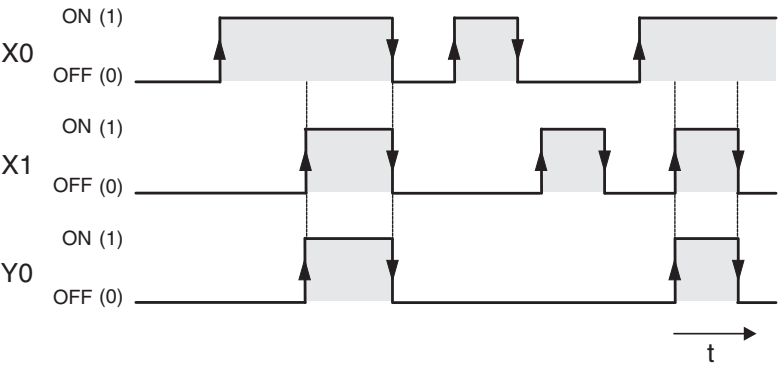
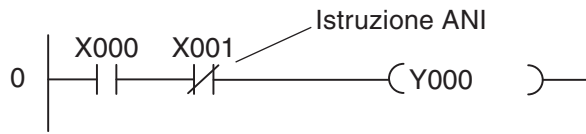
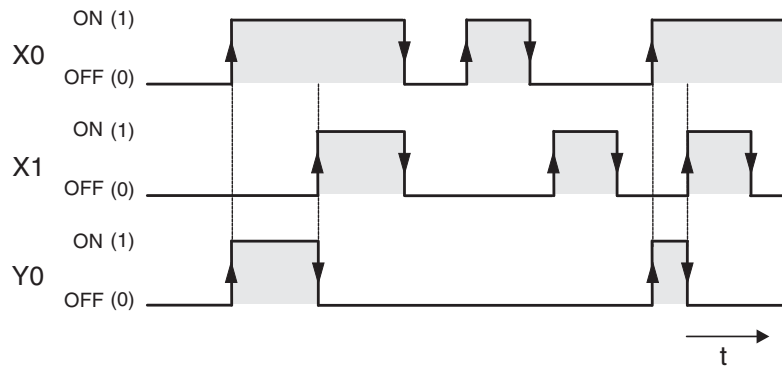
L'uscita Y0 si abilita, solo se X0 e X1 sono abilitati:

Esempio di un'istruzione ANI

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X000
1	ANI	X001
2	OUT	Y000

L'uscita Y0 si abilita, solo se X0 è abilitato e X1 è disabilitato:

3.4.5 Link OR

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
OR	O (Link O con interrogazione su stato di segnale "1")		F5
ORI	O NO (Link O, con interrogazione su stato di segnale "0")		F6

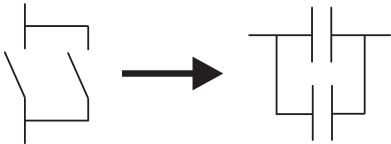
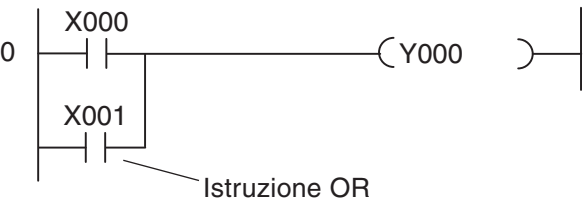
Un link O corrisponde ad un collegamento in parallelo di più interruttori nella tecnica di collegamento. Appena un contatto è chiuso, passa corrente. Solo quando nessuno dei contatti è chiuso, non si ha passaggio di corrente.

Esempio di un'istruzione OR

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
0   LD    X000
1   OR    X001
2   OUT   Y000
```

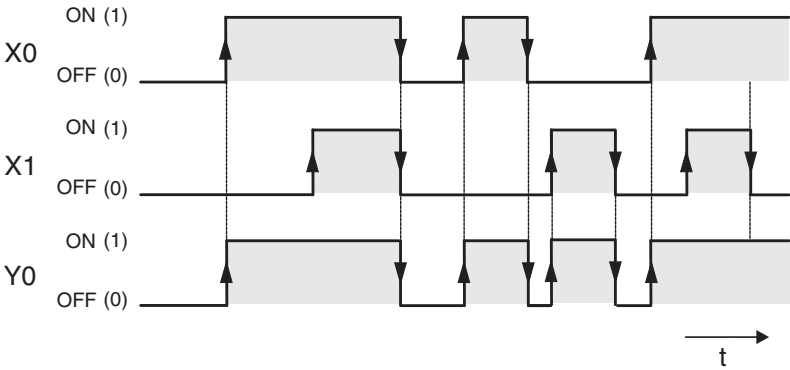
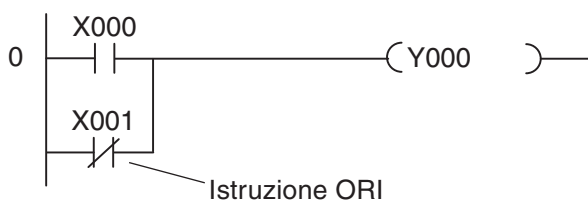
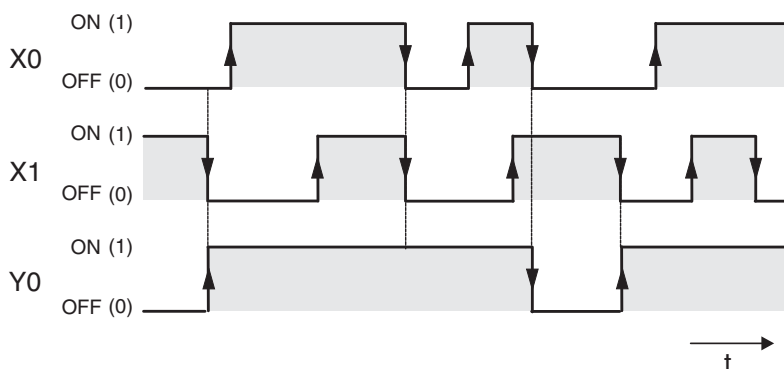
In questo esempio, l'uscita Y0 si abilita, se sono abilitati X0 **o** X1:

Esempio di un'istruzione ORI

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X000
1	ORI	X001
2	OUT	Y000

L'uscita Y0 viene abilitata, se X0 è abilitato **o** X1 è disabilitato:

3.4.6 Istruzioni per l'unione di collegamenti

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
ANB	E-blocco (Collegamento in serie di link paralleli)	—	F9
ORB	O-blocco (Collegamento in parallelo di link collegati in serie)	|	sF9

L'istruzione ANB e l'istruzione ORB sono istruzioni per il PLC, le quali però nella programmazione con diagramma a scale compaiono solo come linee di unione. Queste istruzioni si presentano solo rappresentando o realizzando il programma come elenco d'istruzioni e devono essere inserite anche con la loro abbreviazione ANB o ORB.

Entrambe le istruzioni fanno a meno di operandi e sono utilizzabili nel programma quante volte si vuole. Il numero delle istruzioni LD e LDI, e quindi anche il numero delle istruzioni ORB o ANB, che precedono una istruzione d'uscita, è comunque limitato a 8 .

Esempio di un'istruzione ANB

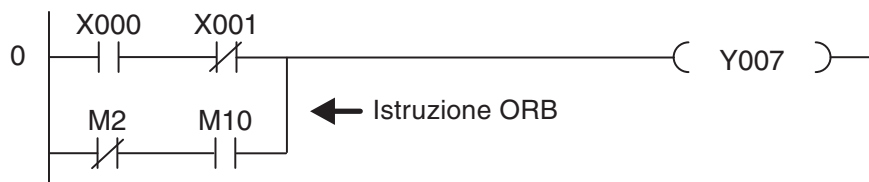
Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0 LD X000
1 ORI M2 ← 1° collegamento in parallelo (link OR)
2 LDI X001
3 OR M10 ← 2° collegamento in parallelo (link OR)
4 ANB ← Un'istruzione ANB unisce i due link OR
5 OUT Y007

In questo esempio, l'uscita Y07 viene abilitata, se l'ingresso X00 è "1" **o** il flag M2 è "0" **e** l'ingresso X01è "0" **o** il flag M10 è "1".

Esempio di un'istruzione ORB

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0 LD X000
1 ANI X001 ← 1° collegamento in serie (link AND)
2 LDI M2
3 AND M10 ← 2° collegamento in serie (link AND)
4 ORB ← Un'istruzione ORB unisce i due link AND
5 OUT Y007

L'uscita Y07 viene abilitata, se l'ingresso X00 è "1" **e** l'ingresso X01 è "0", **o** se il flag M2 è "0" **e** il flag M10 è "1".

3.4.7 Esecuzione di link con comando sul fronte

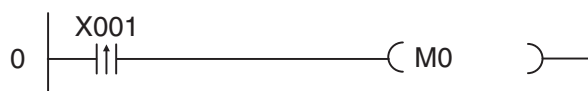
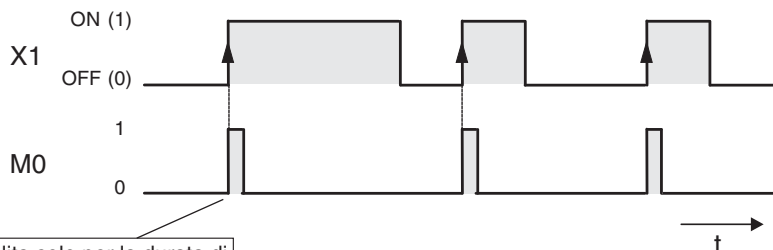
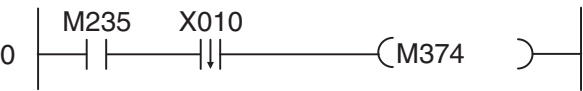
Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
LDP	Istruzione Carica con fronte in salita dell'operando.		sF7
LDF	Istruzione Carica con fronte in discesa dell'operando		sF8
ANDP	Link AND con fronte in salita dell'operando.		sF7
ANDF	Link AND con fronte in discesa dell'operando		sF8
ORP	Link OR con fronte in salita dell'operando.		aF7
ORF	Link OR con fronte in discesa dell'operando		aF8

Nel programma PLC occorre spesso rilevare e analizzare il fronte di salita o il fronte di discesa di operandi. Con un fronte di salita, lo stato del segnale passa da "0" a "1"; passa da "1" a "0" con un fronte di discesa.

I collegamenti che reagiscono ad un fronte forniscono un segnale "1" solo nel ciclo di programma in cui l'operando interrogato modifica il suo stato di segnale.

Senza l'analisi di un fronte, un interruttore azionato dai pacchi che gli passano dinanzi su un nastro trasportatore, e con cui si deve contare il numero di pacchi, fornirà ad esempio un risultato sbagliato; infatti, lo stato del contatore salirà allora ad ogni ciclo di programma del valore "1", fintanto che l'interruttore è azionato. Se però si rileva il fronte di salita dell'ingresso, il valore numerico aumenterà solo una volta ad ogni pacco.

D'altronde, la maggior parte delle istruzioni applicative possono anch'esse essere realizzate con fronte di comando (v. cap. 5).

Analisi di un fronte di salita

Analisi di un fronte di discesa

Quando X10 è disabilitato e M235 è "1",il flag M374 è abilitato per la durata di un ciclo di programma.

Fino al momento dell'analisi del fronte, la funzione dell'istruzione LDP e LDF, dell'istruzione ANDP e ANDF come anche dell'istruzione ORP e ORF, è identica a quella dell'istruzione LD, AND o OR, il che significa che le istruzioni comandate dai fronti possono essere utilizzate nel programma esattamente come le istruzioni "normali".

3.4.8 Posiziona e ripristina

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
SET	Impostazione di un operando①, (Assegnazione stato di segnale "1")	SET □	F8
RST	Ripristino di un operando②, (Assegnazione stato di segnale "0")	RST □	F8

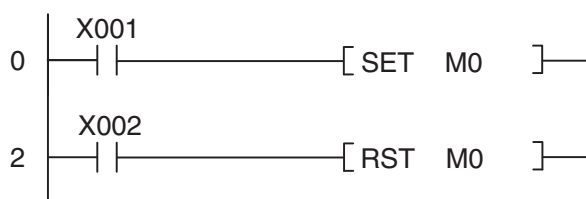
① Con un'istruzione SET si possono impostare uscite (Y), flag (M) e flag di passo (S).

② Con un'istruzione RST si possono riposizionare uscite (Y), flag (M), flag di passo (S), timer (T), contatori (C) e registri (D, V, Z).

Lo stato di segnale di un'istruzione OUT rimane "1", solo finché anche il risultato del collegamento che precede l'istruzione OUT è "1". Se, ad esempio, ad un ingresso si associa un pulsante e ad un'uscita una spia, con la combinazione di un'istruzione LD e di un'istruzione OUT la luce sarà accesa, solo finché si aziona il pulsante.

Con un'istruzione SET, dopo un breve impulso di accensione si abilita (= si imposta) un'uscita o un flag. L'operando rimarrà allora abilitato, finché non lo si disabiliti nuovamente (=si riposizioni) con un'istruzione RST. In tal modo è, ad esempio, possibile realizzare, con l'ausilio di pulsanti, auto-ritenute oppure l'inserimento e il disinserimento di azionamenti. (Un'uscita viene anche disabilitata quando si arresta il PLC o si toglie tensione. Alcuni flag conservano anche in questi casi il loro ultimo stato di segnale, rimanendo perciò posizionati, per esempio).

Per inserire un'istruzione SET o RST nel diagramma a scale, cliccare sulla barra degli strumenti del GX Developer sul simbolo sopra raffigurato oppure premere il tasto ***F8***. Digitare quindi l'istruzione e l'operatore, es.: SET Y1.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X001
1	SET	M0
2	LD	X002
3	RST	M0

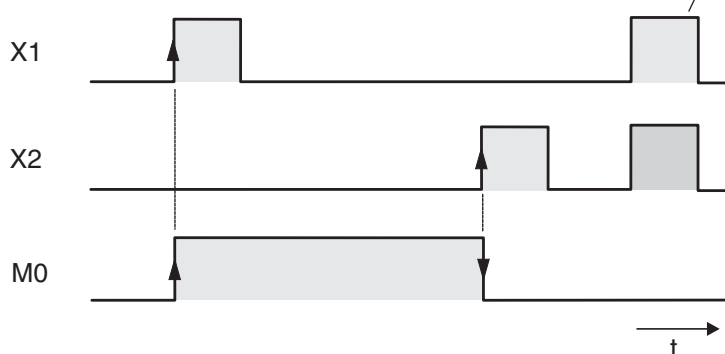
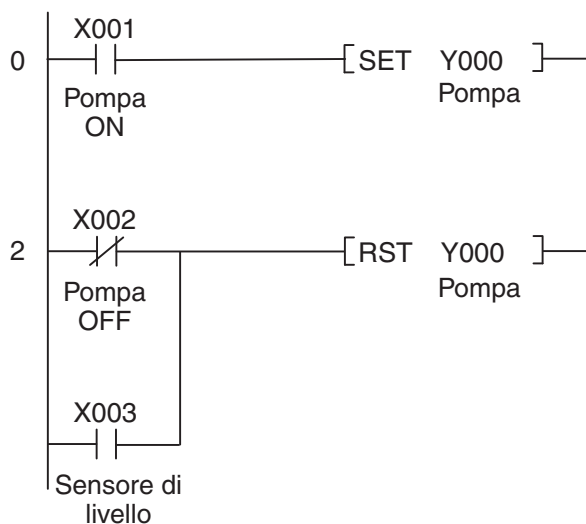
Quando l'istruzione Posiziona e l'istruzione Ripristina di un operando sono "1" nello stesso ciclo, ha priorità l'ultima operazione della sequenza. In quest'esempio è l'istruzione RST: M0 non viene impostato.

Come esempio di applicazione è raffigurato il comando di una pompa di riempimento di un serbatoio. La pompa è azionabile manualmente con i pulsanti "ON" e "OFF". Per motivi di sicurezza, per l'esclusione si utilizza un pulsante con contatto in apertura. Quando il serbatoio è riempito, un interruttore di livello disabilita la pompa.

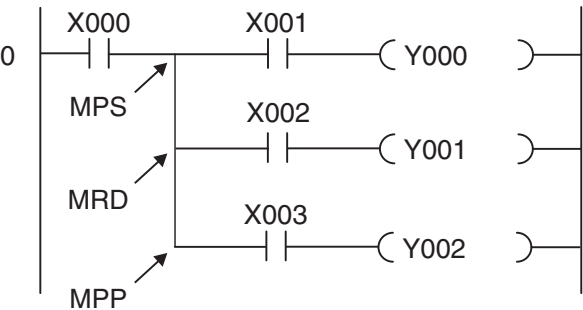
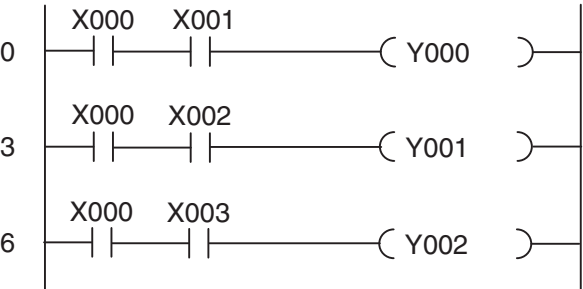
Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X001
1	SET	Y000
2	LDI	X002
3	OR	X003
4	RST	Y000

3.4.9 Salvataggio, lettura ed eliminazione del risultato di un collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
MPS	Salvataggio del risultato di un link	—	—
MRD	Lettura del risultato di un link salvato	—	—
MPP	Lettura ed eliminazione del risultato di un link salvato	—	—

Con le istruzioni MPS, MRD e MPP è possibile salvare, richiamare ed eliminare risultati (transitori) di collegamenti. Con queste istruzioni si possono strutturare livelli di collegamento, configurando così il programma con una visione d'insieme.

Generando il programma nel diagramma a scale, queste istruzioni vengono inserite automaticamente dal software di programmazione. Le istruzioni MPS, MRD e MPP sono visualizzate oppure devono essere digitate solo nella rappresentazione o programmazione per elenco di istruzioni.

Per meglio comprendere la sequenza di programma sopra illustrata, lo stesso esempio viene presentato ancora una volta con un altro tipo di programmazione.

Gli operandi (nell'esempio, X0) dovrebbero essere ripetutamente programmati. Si avrebbe, quindi, un tempo maggiore di programmazione, specialmente nel caso di programmi più lunghi e ampi percorsi di corrente.

Per l'ultima istruzione d'uscita occorre utilizzare MPP anziché MRD, al fine di cancellare la memoria dei collegamenti. Si possono anche utilizzare più istruzioni MPS, creando quindi fino a 11 livelli di collegamento. Troverete altri esempi relativi alle istruzioni MPS, MPP e MRS nel manuale di programmazione per la famiglia FX.

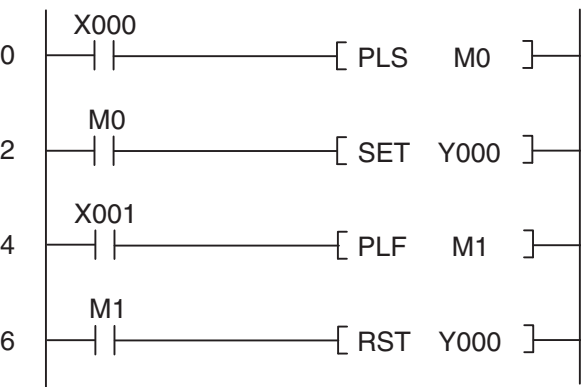
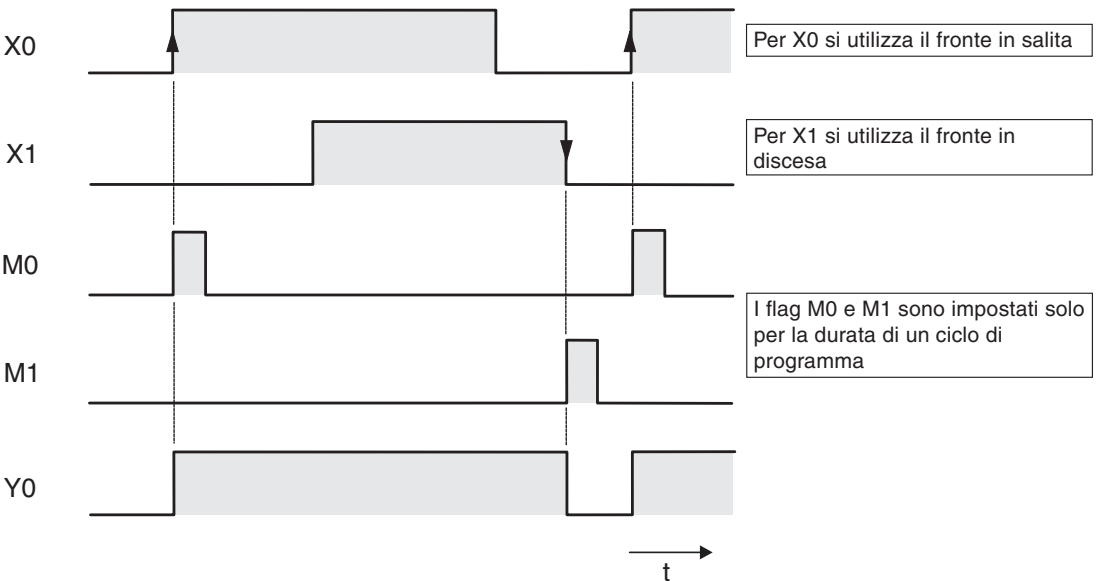
3.4.10 Generazione di un impulso

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
PLS	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in salita della condizione d'ingresso	PLS □	F8
PLF	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in discesa della condizione d'ingresso	PLF □	F8

* Con un'istruzione PLS o PLF è possibile comandare uscite (Y) e flag (M).

Se si utilizza un'istruzione PLS al posto di un'istruzione OUT, l'operando indicato ha lo stato di segnale "1" solo nel ciclo di programma, in cui lo stato dei segnali dei collegamenti che precedono l'istruzione PLS passa da "0" a "1" (fronte di salita).

Un'istruzione PLF reagisce in caso di fronte di discesa e fornisce, per un ciclo di programma, lo stato di segnale "1" quando lo stato di segnale dei collegamenti che precedono questa istruzione passa da "1" a "0".

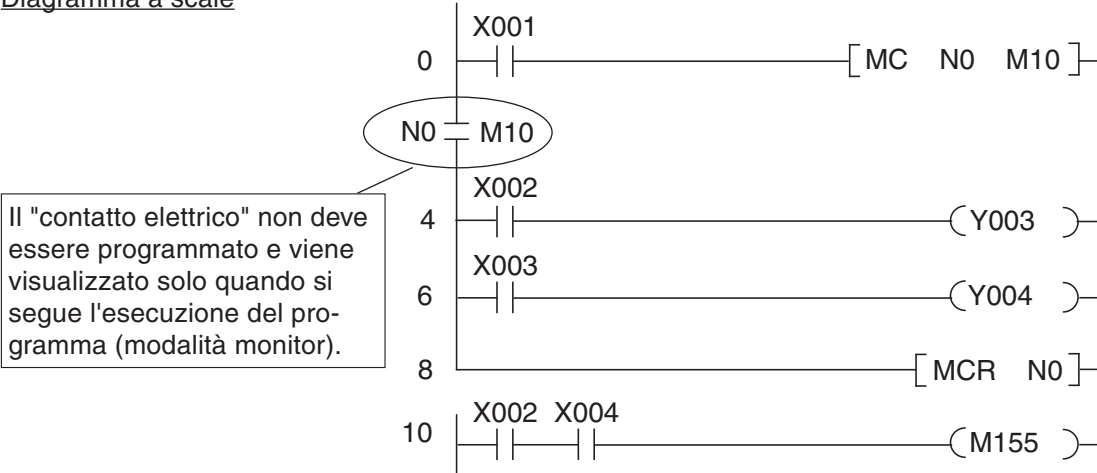
Per inserire un'istruzione PLS o PLF nel diagramma a scale, si clicchi nella barra degli strumenti del GX Developer sul simbolo sopra raffigurato oppure si prema il tasto ***F8*** . Si digiti quindi l'istruzione e l'operando, ad esempio: PLS Y2.

3.4.11 Funzione da interruttore principale (istruzione MC e MCR)

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
MC	Controllo Master, impostazione di una condizione di controllo①	MC n □	-[ ]- F8
MCR	Reset Controllo Master, ripristino di una condizione di controllo②	MCR n	-[ ]- F8

① Come operandi di un'istruzione MC si possono utilizzare uscite (Y) e flag (M), n: da N0 a N7

② n: da N0 a N7

Impostando (MC) o reimpostando (MCR) una condizione di controllo, è possibile attivare o disattivare singole aree di programma. Una funzione di controllo master può essere paragonata, nella programmazione per diagramma a scale, ad un interruttore nella sbarra collettrice sinistra, il quale deve essere chiuso perché si possa elaborare la parte successiva del programma.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
0   LD    X001
1   MC    N0     M10
4   LD    X002
5   OUT   Y003
6   LD    X003
7   OUT   Y004
8   MCR   N0
10  LD    X002
11  AND   X004
12  OUT   M155
```

Nell'esempio sopra raffigurato, i percorsi di corrente tra l'istruzione MC e l'istruzione MCR vengono elaborati, solo se l'ingresso X001 è abilitato.

Quale area di programma debba essere attivata, lo si stabilisce indicando un indirizzo di salto del programma da N0 a N7 (il cosiddetto indirizzo nesting). L'indicazione dell'operando Y o M definisce un contatto di inserzione. Questo contatto attiva l'area di programma, non appena viene soddisfatta la condizione d'ingresso per la istruzione MC.

Se la condizione d'ingresso di un'istruzione MC non è soddisfatta, gli stati degli operandi tra MC e MCR cambiano, come segue:

– i timer e contatori retentivi, come anche gli operandi comandati da istruzioni SET e RST, conservano il loro stato

– i timer non retentivi e gli operandi fatti intervenire con un'istruzione OUT, vengono reimpostati.

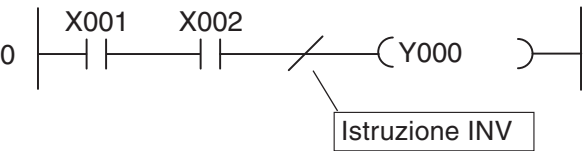
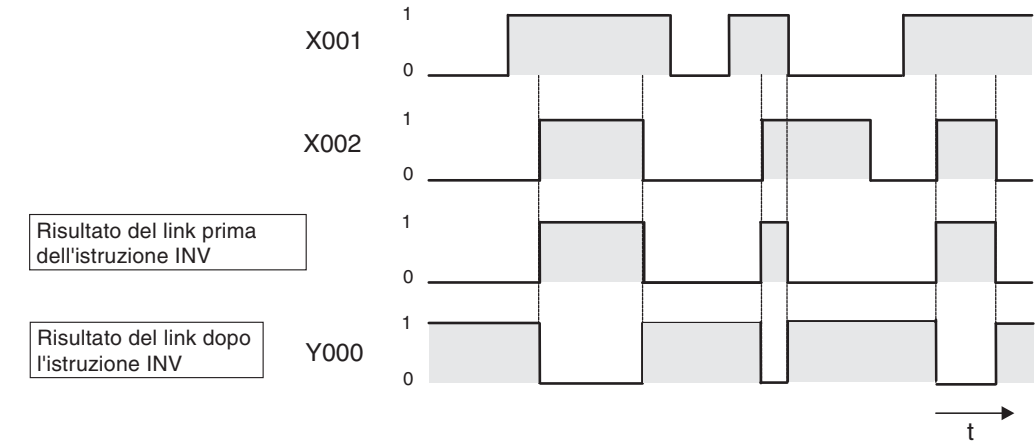
(Una descrizione dei timer e contatori sopra menzionati si trova al capitolo seguente)

3.4.12 Inversione del risultato del collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Developer FX
INV	Inversione del risultato di un link		caF10

Un'istruzione INV viene indicata senza operando ed inverte il risultato del collegamento, che era valido prima di eseguire l'istruzione INV:

– Se il risultato del collegamento è "1", dopo l'inversione diventa "0".

– Se il risultato del collegamento è "0", dopo l'inversione diventa "1".

Per l'esempio sopra raffigurato si ha il seguente andamento di segnale:

Si può utilizzare l'istruzione INV, quando si deve invertire il risultato di un link complesso. L'istruzione può essere programmata nella stessa posizione di un'istruzione AND o ANI.

Non si può programmare un'istruzione INV all'inizio di un collegamento, come un'istruzione LD, LDI, LDP o LDF.

3.5 Prima la sicurezza!

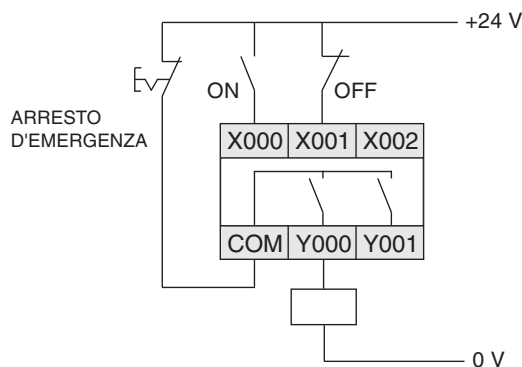
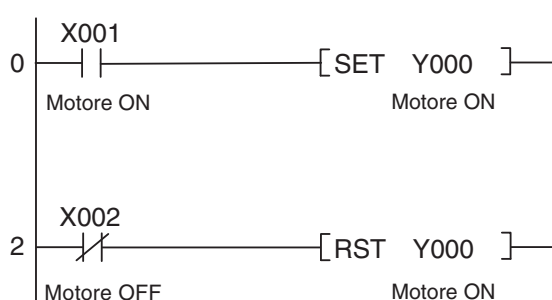
Un PLC ha molti vantaggi rispetto a un comando a cablaggio fisso; in materia di sicurezza, però, non si deve fare completamente affidamento su di esso.

Dispositivi di arresto d'emergenza

Eventuali inconvenienti nel controllore di un impianto non devono mettere a rischio né le persone né le macchine. I dispositivi d'arresto d'emergenza devono quindi essere efficienti, anche quando il PLC non funziona più in modo corretto; devono quindi, ad esempio, togliere tensione alle uscite del PLC.

Non si deve in alcun caso elaborare nel PLC un pulsante d'arresto d'emergenza solo come ingresso, facendo intervenire l'esclusione tramite il programma.

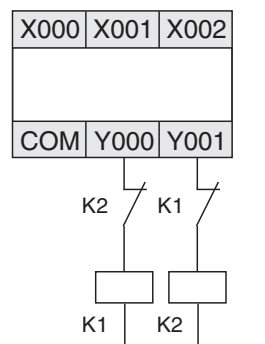
Sicurezza anche in caso di rottura di fili

La sicurezza del funzionamento deve essere garantita, anche quando la trasmissione dei segnali dagli interruttori al PLC s'interrompe. Per questo motivo, i comandi di inserzione sono portati al PLC tramite interruttori o pulsanti con contatti in chiusura e con contatti in apertura per i comandi di esclusione.

In questo esempio, il relè per azionamento può essere disabilitato a complemento tramite un interruttored'arresto d'emergenza

Nel programma, il contatto di chiusura del tasto ON viene interrogato con una istruzione LD; il contatto di apertura del tasto OFF con un'istruzione LDI. L'uscita, e quindi l'azionamento, viene disabilitata, se l'ingresso X002 ha lo stato di segnale "0". È questo il caso quando si aziona il tasto OFF o quando il colle-gamento tra il tasto e l'ingresso X002 è interrotto.

Così, anche in caso di rottura di un filo viene escluso l'azionamento o impedita l'inserzione. Inoltre, l'esclusione ha la priorità, in quanto nel programma viene elaborata dopo l'accensione.

Contatti di asservimento

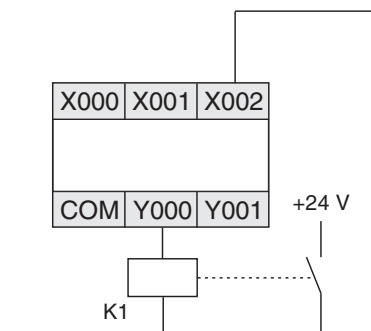
Qualora in un circuito non debbano attivarsi contemporaneamente due uscite, come per esempio nella commutazione del senso di rotazione di azionamenti, questa interdizione deve intervenire anche tramite contatti dei relè comandati. Nel programma si ha solo un asservimento interno; in caso di guasto del PLC, entrambe le uscite potrebbero abilitarsi contemporaneamente.

Esempio di asservimento con contatti di relè: i relè K1 e K2 non possono inserirsi insieme.

Esclusioni forzate

Se si devono comandare dei movimenti con un PLC e possano aversi situazioni di pericolo nel superare un punto limite, occorre prevedere interruttori di finecorsa supplementari, che in questo caso interrompano subito il movimento, indipendentemente dal PLC. Al par. 3.6.2 troverete un esempio di esclusione forzata.

Ritorni di segnale

Di norma, le uscite del PLC non sono monitorate. Si abilita un'uscita e nel programma si assume che esternamente al PLC si abbia la risposta voluta. Nella maggior parte dei casi, ciò è sufficiente. In caso di applicazioni sensibili, però, in cui guasti nel circuito di uscita, quali rotture di fili o relè saldati, possono avere gravi conseguenze per la sicurezza o il funzionamento, anche i segnali emessi dal PLC dovrebbero essere monitorati.

In questo esempio, un contatto di chiusura del relè K1 abilita l'ingresso X002, se l'uscita Y000 è abilitata. Così, nel programma è possibile verificare, se quest'uscita, e il relè collegato, lavorano correttamente.
Non viene rilevato se il carico collegato si comporta come voluto (es., se un motore gira effettivamente). A tal fine sono necessari altri controlli, come ad esempio un controllo della tensione di carico o controllo di rotazione.

3.6 Attuazione di un compito di comando

Un controllore programmabile vi offre possibilità quasi illimitate di lincaggio di ingressi e uscite. Con il gran numero di istruzioni offerte dai controllori MELSEC della famiglia FX, si tratta di scegliere le istruzioni idonee alla soluzione di un compito di comando e di realizzare con esse il programma.

Servendoci di due semplici compiti di comando, vogliamo indicare la strada, dalla formulazione del problema fino al programma finito.

3.6.1 Sistema d'allarme

Il problema che si pone deve già essere chiaro prima di programmare il sistema d'allarme. Si inizia, per così dire, "da dietro" e si descrive ciò che il PLC deve fare:

Formulazione del compito

Si vuole realizzare un sistema d'allarme, che disponga di più loop di segnalazione e presenti funzioni di inserzione ed esclusione ritardate.

– Con un interruttore a chiave viene inserito un sistema intelligente con un tempo di ritardo di 20 s. Rimane così il tempo di uscire di casa. In questo tempo si ha l'indicazione se i circuiti di segnalazione sono chiusi.
– L'interruzione di un circuito di segnalazione deve far scattare un allarme (principio della corrente di riposo; in tal modo si ha un allarme anche in caso di sabotaggio). Si vuole oltre a ciò indicare, da quale circuito di segnalazione è scaturito l'allarme.
– Si vuole che dopo un tempo d'attesa di 10 s si inseriscano una sirena e una luce d'allarme. (L'allarme scatta solo dopo un tempo d'attesa, per poter disinnescare il sistema, una volta avuto accesso in casa. Per questo motivo, con una luce distinta viene anche segnalato se il sistema è innescato.)
– L'allarme sonoro deve risuonare per una durata di 30 s. La segnalazione luminosa, invece, deve rimanere inserita fino al disinnesco del sistema.
– L'allarme deve poter essere spento con l'interruttore a chiave.

Definizione dei segnali di ingresso e uscita

Come passo successivo si deve stabilire quali segnali d'ingresso e uscita debbano essere elaborati. Dalla descrizione funzionale risulta che per gestire il sistema d'allarme sono necessari un interruttore a chiave e 4 luci di segnalazione. Sono inoltre impegnati almeno tre ingressi per i circuiti di segnalazione e due uscite per la sirena e il lampeggiante. In totale, si utilizzano 4 ingressi e 6 uscite. Poi si assegnano i segnali agli ingressi ed uscite del PLC:

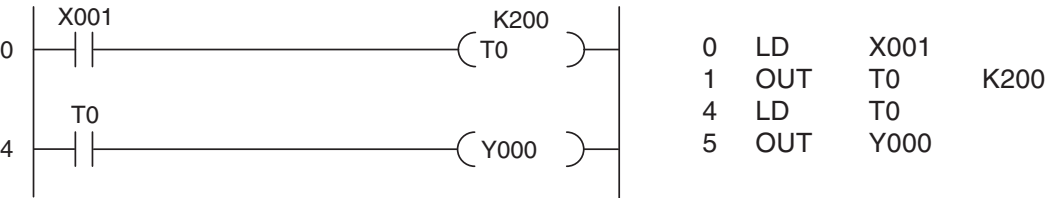
<table>
<tr><th colspan="2">Funzione</th><th>Simbolo</th><th>Indirizzo</th><th>Note</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Ingressi</td><td>Sistema "intelligente"</td><td>S1</td><td>X1</td><td>Contatto di chiusura
(interruttore a chiave)</td></tr>
<tr><td>Circuito di segnalazione 1</td><td>S11, S12</td><td>X2</td><td rowspan="3">Contatti di apertura
(Scatta un allarme, quando l'ingresso ha lo stato di segnale "0")</td></tr>
<tr><td>Circuito di segnalazione 2</td><td>S21, S22</td><td>X3</td></tr>
<tr><td>Circuito di segnalazione 3</td><td>S31, S32</td><td>X4</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Uscite</td><td>Segnalazione "allarme intelligente"</td><td>H0</td><td>Y0</td><td rowspan="6">La funzione delle uscite è soddisfatta, se l'uscita corrispondente è abilitata. Se ad esempio si abilita Y1,risuona un segnale acustico.</td></tr>
<tr><td>Allarme sonoro (sirena)</td><td>E1</td><td>Y1</td></tr>
<tr><td>Allarme visivo (luce rotante)</td><td>H1</td><td>Y2</td></tr>
<tr><td>Indicaz. circuito segnalaz. 1</td><td>H2</td><td>Y3</td></tr>
<tr><td>Indicaz. circuito segnalaz. 2</td><td>H3</td><td>Y4</td></tr>
<tr><td>Indicaz. circuito segnalaz. 3</td><td>H4</td><td>Y5</td></tr>
</table>

Programmazione

Ora si può procedere alla programmazione. Se e quali flag siano necessari, lo si vede per lo più solo all'atto della programmazione. Di certo è che in questo sistema d'allarme tre dispositivi a tempo assumono importanti funzioni. Per un comando a cablaggio fisso si fa uso di relè temporizzatori; in un PLC, invece, i tempi sono realizzati elettronicamente (v. par. 4.3). Questi "timer" possono essere definiti già prima della programmazione:

Funzione		Indirizzo	Note
Timer	Ritardo impostazione intelligente	T0	Tempo: 20 secondi
	Ritardo scatto allarme	T1	Tempo: 10 secondi
	Tempo inserimento sirena	T2	Tempo: 30 secondi

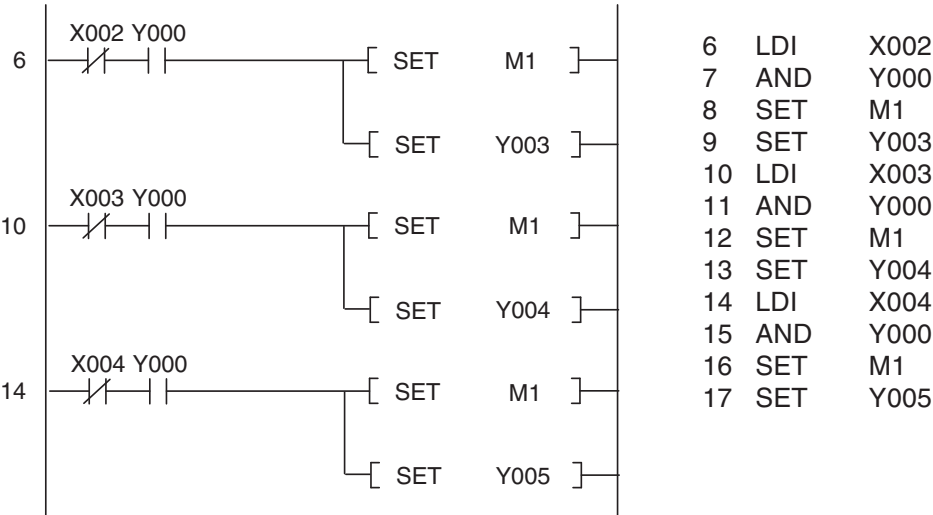
Poi si risolvono le singole mansioni parziali del compito di comando:

- Inserire il sistema d'allarme in modo intelligente con tempo di ritardo

Una volta inserito l'interruttore a chiave, parte il ritardo d'accensione realizzato con il timer T0. Trascorsi 20 s (K200 = 200 x 0,1 s = 20 s), con la spia di controllo collegata all'uscita Y000 si segnala che il sistema d'allarme è inserito.

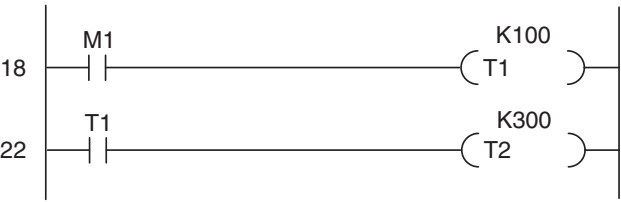
- Controllare i circuiti di segnalazione e riconoscere l'allarme

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
6   LDI   X002
7   AND   Y000
8   SET   M1
9   SET   Y003
10  LDI   X003
11  AND   Y000
12  SET   M1
13  SET   Y004
14  LDI   X004
15  AND   Y000
16  SET   M1
17  SET   Y005
```

L'uscita Y000 è interrogata anche nel programma, per stabilire se il sistema d'allarme è inserito. Si potrebbe utilizzare anche un flag, che interviene e si esclude parallelamente all' Y000. Solo con un sistema d'allarme "intelligente" all'interruzione di un circuito di segnalazione interviene il flag M1, il quale segnala che è scattato un allarme. Con le uscite Y003 ÷ Y005 viene inoltre segnalato, quale circuito di segnalazione è stato interrotto. Il flag M1 e la relativa uscita restano abilitati, anche quando il circuito di segnalazione viene nuovamente chiuso.

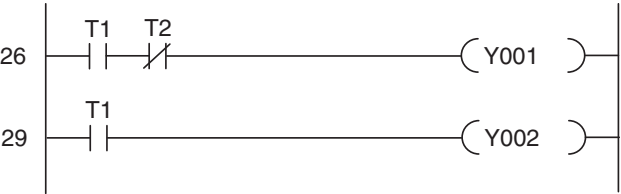
- Ritardare l'inserimento dell'allarme

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
18  LD   M1
19  OUT  T1   K100
22  LD   T1
23  OUT  T2   K300
```

Se scatta un allarme (in questo caso, M1 è "1"), parte il tempo di ritardo di 10 s. Trascorso questo tempo, T1 fa partire il timer T2, che è regolato a 30 s e che determina il tempo d'inserimento della sirena.

- Segnalare l'allarme (inserire la sirena e la luce rotante)

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
26  LD   T1
27  ANI  T2
28  OUT  Y001
29  LD   T1
30  OUT  Y002
```

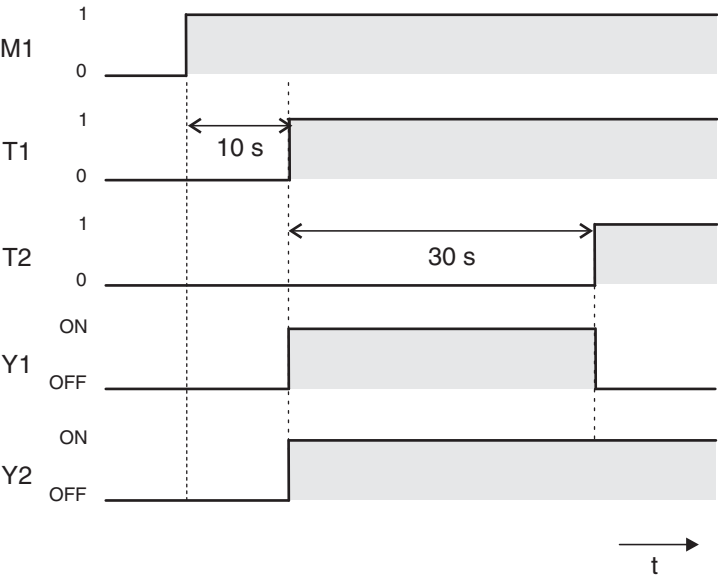
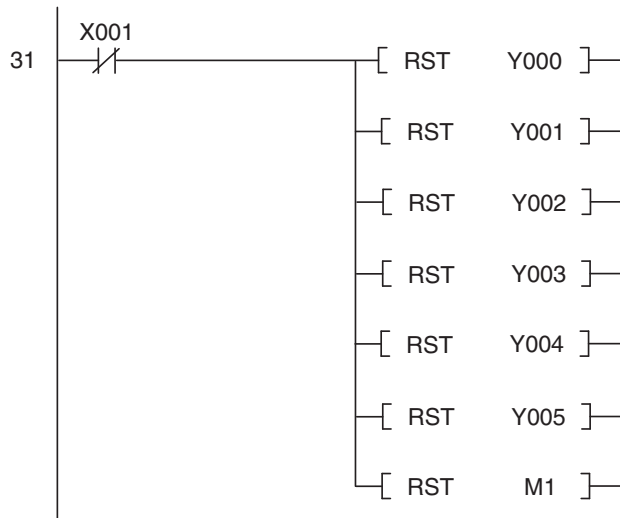
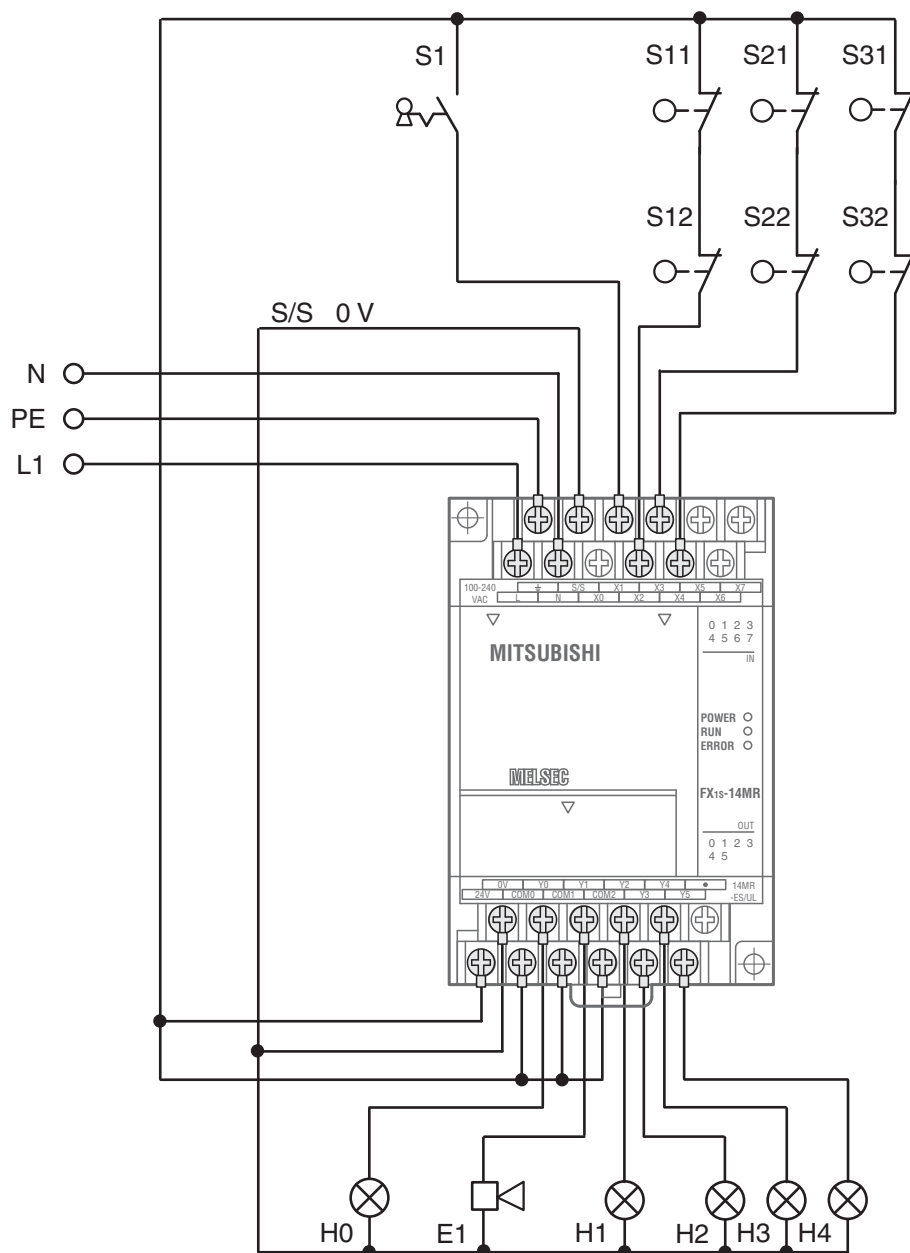
Dopo il ritardo d'accensione di 10 s (T1) e mentre il timer T2 è ancora in funzione, si inserisce la sirena. Trascorsi 30 s (T2), la sirena tace. Anche l'avvisatore luminoso rotante si inserisce dopo 10 s. L'illustrazione che segue presenta l'andamento del segnale per questa parte di programma:

- Riposizionare tutte le uscite e il flag

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

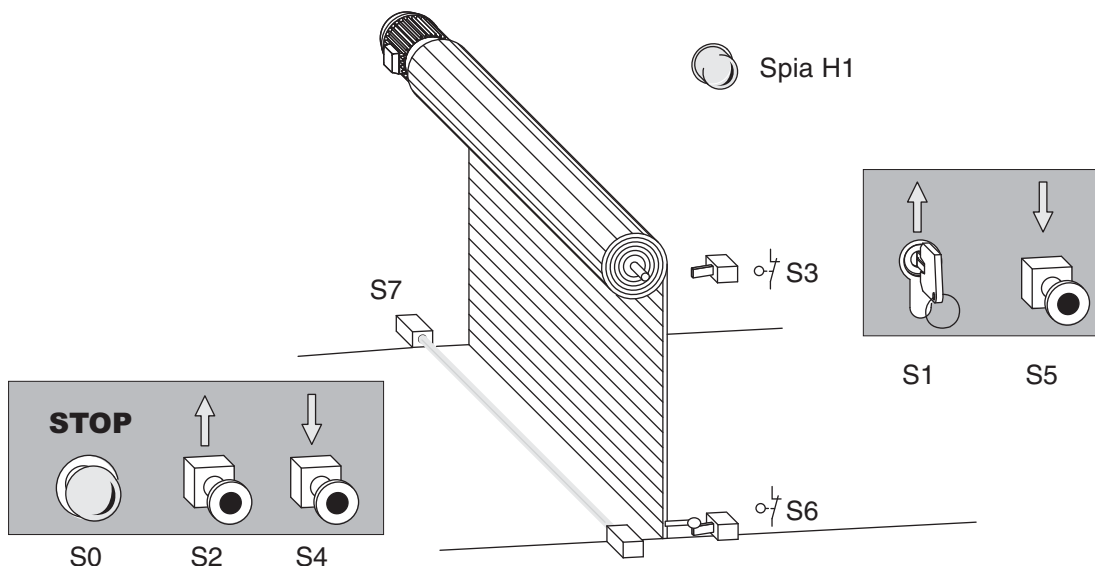
31	LDI	X001
32	RST	Y000
33	RST	Y001
34	RST	Y002
35	RST	Y003
36	RST	Y004
37	RST	Y005
38	RST	M1

Quando si disabilita il sistema d'allarme con l'interruttore a chiave, si riposizionano anche tutte le uscite utilizzate e il flag M1. Se è scattato un allarme, prima di questo momento viene segnalato quale circuito di segnalazione è stato interrotto.

Collegamento del PLC

Lo schizzo seguente dimostra con quanta poca fatica è possibile realizzare il sistema d'allarme, ad esempio con un FX1N-14MR.

3.6.2 Serranda avvolgibile

Descrizione funzionale

Si vuole gestire una serranda avvolgibile di accesso ad un capannone di deposito, in modo che sia possibile comandarla agevolmente dall'esterno o dall'interno. Si vogliono qui considerare però anche gli aspetti di sicurezza.

- Comando
  - Si vuole poter aprire la serranda dall'esterno con il pulsante a chiave S1 e chiuderla con il pulsante S5. Nel capannone, la serranda deve potersi aprire azionando il pulsante S2 e chiudersi azionando il pulsante S4
  - Un comando a tempo supplementare deve chiudere la serranda automaticamente, qualora sia rimasta aperta per oltre 20 s.
  - Gli stati "serranda in movimento" e "serranda in posizione indefinita" devono essere segnalati da una luce lampeggiante.

- Dispositivi di sicurezza

– Si vuole poter arrestare in ogni istante con un interruttore di stop (S0) un movimento della serranda, tenendola nella posizione che ha al momento. Questo interruttore di stop non ha funzione di arresto d'emergenza! Per questo motivo, l'interruttore viene elaborato solo nel PLC e non aziona alcuna tensione esterna.

– Se una barriera luminosa (S7) rileva un ostacolo in fase di chiusura della serranda, quest'ultima deve venire aperta automaticamente.

– Per arrestare il motore nelle due posizioni finali della porta ,sono previsti i due finecorsa S3 ("serranda aperta") e S6 ("serranda chiusa").

Assegnazione dei segnali di ingresso e uscita

Dalla descrizione funzionale risulta già il numero degli ingressi e uscite necessari. Il comando del motore di azionamento ha luogo con due uscite. Si assegnano i segnali agli ingressi e alle uscite del PLC:

Funzione		Simbolo	Indirizzo	Note
Ingressi	Interruttore STOP	S0	X0	Contatto di apertura (Azionando l'in-ter-ruttore, X0 = "0"; la serranda si ferma)
	Interruttore a chiave Serranda SU (esterno)	S1	X1	Contatti di chiusura
	Pulsante Serranda SU (interno)	S2	X2	
	Finecorsa alto (serranda aperta)	S3	X3	Contatto di apertura (X2="0", se la serranda è alta e S3 è azionato)
	Pulsante Serranda GIU (interno)	S4	X4	Contatti di chiusura
	Pulsante Serranda GIU (esterno)	S5	X5	
	Finecorsa basso (serranda GIU)	S6	X6	Contatto di apertura (X6="0", se la serranda è giù e S6 è azionato)
	Barriera luminosa	S7	X7	X7 diventa "1", se viene rilevatoun ostacolo
Uscite	Spia di segnalazione	H1	Y0	—
	Relè motore (rotazione sinistra)	K1	Y1	Rotazione sinistra = serranda apre
	Relè motore (rotazione destra)	K2	Y2	Rotazione destra = serranda chiude
Timer	Ritardo per chiusura automatica	—	T0	Tempo: 20 secondi

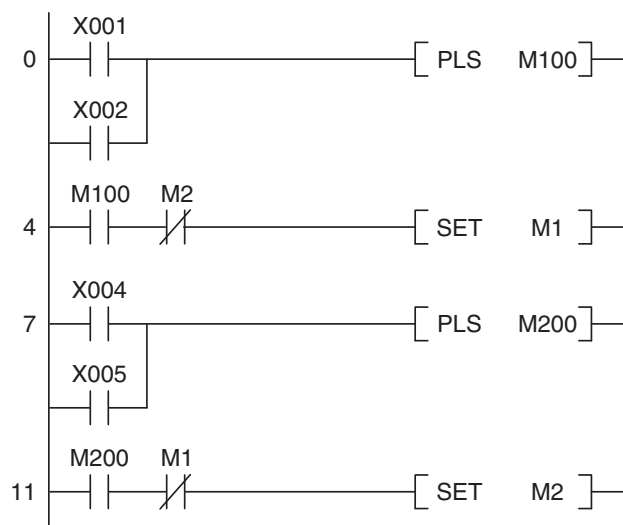
Programma

- Azionamento della serranda avvolgibile tramite i pulsanti

I segnali d'ingresso per l'azionamento della serranda devono essere attuati nel programma con due comandi per il motore d'azionamento: "aprire la serranda" e "chiudere la serranda". Trattandosi di segnali di pulsanti, che sono disponibili agli ingressi solo per breve tempo, occorre che essi siano memorizzati. A tal fine si impostano e riposizionano due flag, che nel programma fanno in un primo momento le veci delle uscite:

– M1: aprire la serranda

– M2: chiudere la serranda

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
0   LD    X001
1   OR    X002
2   PLS   M100
4   LD    M100
5   ANI   M2
6   SET   M1
7   LD    X004
8   OR    X005
9   PLS   M200
11  LD    M200
12  ANI   M1
13  SET   M2
```

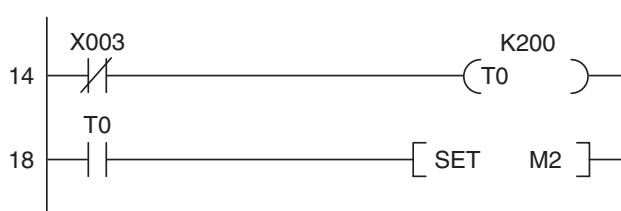
Si elaborano dapprima i segnali per l'apertura della serranda: azionando il pulsante a chiave S1 o il pulsante S2, si genera un impulso e si porta M100 allo stato di segnale "1" per solo un ciclo di programma. In tal modo non è possibile bloccare la serranda tenendo premuto o bloccando un pulsante.

L'azionamento può essere inserito, solo se non gira in senso contrario. Per questo motivo, M1 interviene solo se non è impostato M2.

NOTA L'asservimento dei sensi di rotazione deve essere ancora integrato esternamente al PLC con un interblocco tramite i contatti dei relè (v. schema elettrico).

In modo analogo si procede a analizzare i pulsanti S4 e S5 di chiusura della serranda. Qui, l'interrogazione di M1 relativa allo stato del segnale "0" impedisce che M1e M2 siano contemporaneamente impostati.

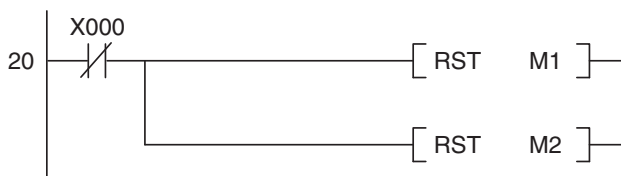
- Chiudere automaticamente la serranda dopo 20 secondi

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
14  LDI   X003
15  OUT   T0     K200
18  LD    T0
19  SET   M2
```

Se la serranda è aperta, si aziona S3 e si disabilita l'ingresso X3. (S3 ha un contatto in apertura, per motivi di sicurezza). Ora ha inizio il tempo di ritardo di 20 s realizzato con T0 (K200 = 200 x 0,1 s = 20 s). Trascorso questo tempo, interviene il flag M2 e la serranda quindi si chiude.

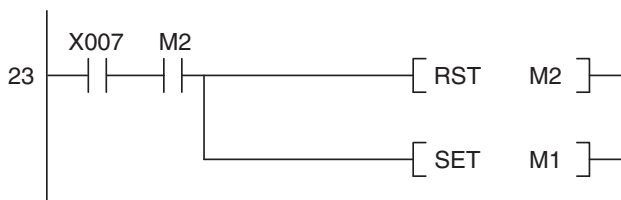
- Fermare la serranda con l'interruttore di stop

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
20  LDI   X000
21  RST   M1
22  RST   M2
```

Azionando l'interruttore di stop S0, si riposizionano i due flag M1 e M2, fermando quindi la serranda.

- Rilevare un ostacolo con la barriera di luminosa

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
23  LD    X007
24  AND   M2
25  RST   M2
26  SET   M1
```

Se la barriera luminosa rileva un ostacolo in fase di chiusura, si riposiziona M2 e si pone così fine alla procedura di chiusura. Interviene quindi M1, e si riapre così la serranda.

- Escludere il motore con finecorsa

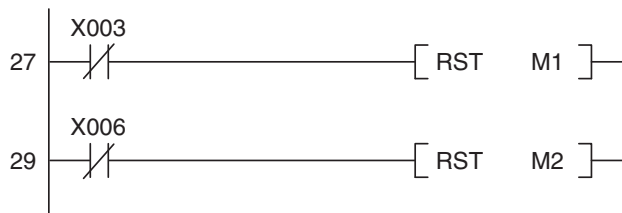



Diagramma a scale | Elenco istruzioni

27	LDI	X003
28	RST	M1
29	LDI	X006
30	RST	M2

Con la serranda aperta viene impegnato il finecorsa S3 e si disabilita l'ingresso X3. Così viene riposizionato M1 e fermato l'azionamento. Quando la serranda raggiunge la posizione bassa, si impegna S6 e si disabilita X6, riposizionando in tal modo M2 e arrestando l'azionamento. Per motivi di sicurezza, i finecorsa hanno contatti in apertura. In tal modo, l'azionamento viene escluso anche in caso di interruzione del collegamento tra interruttore e ingresso, ovvero se ne impedisce l'inserzione.

NOTA I finecorsa devono bloccare l'azionamento anche indipendentemente dal PLC ed essere considerati anche nel cablaggio (v. schema elettrico).

- Azionare il motore

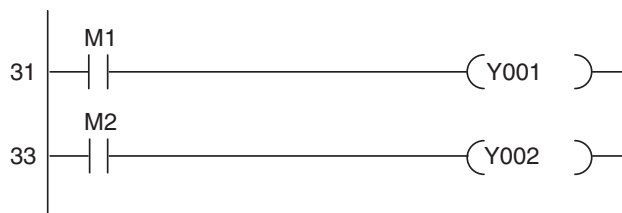



Diagramma a scale | Elenco istruzioni

31	LD	M1
32	OUT	Y001
33	LD	M2
34	OUT	Y002

Al termine del programma, gli stati di segnale dei due flag M1 e M2 sono trasferiti alle uscite Y001 o Y002.

- Segnalazione luminosa: "serranda in movimento" e "serranda in posizione indefinita"

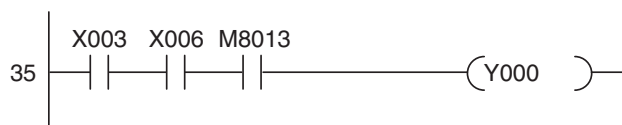
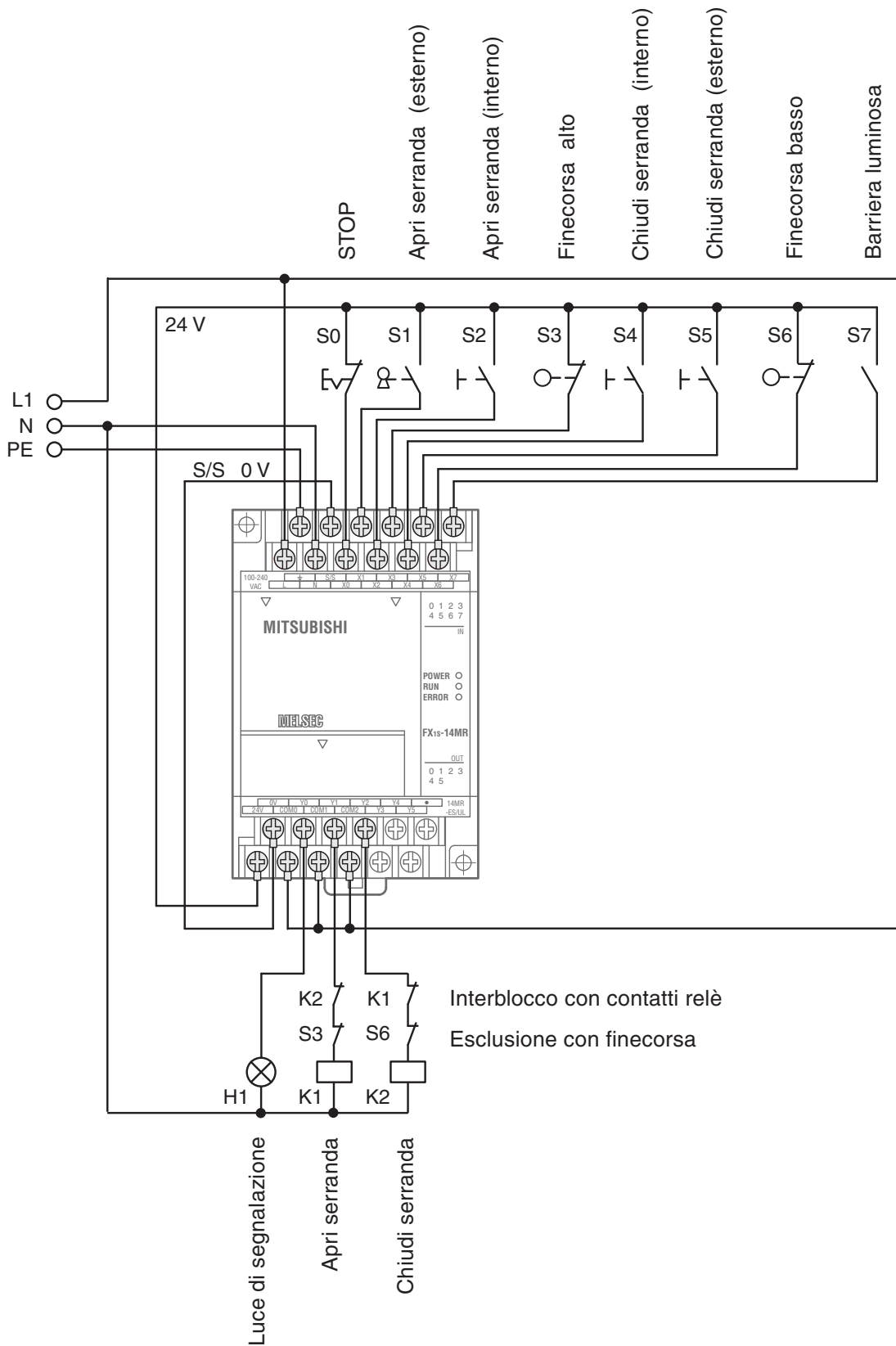



Diagramma a scale | Elenco istruzioni

35	LD	X003
36	AND	X006
37	AND	M8013
38	OUT	Y000

Se non si aziona nessuno dei due finecorsa, la serranda è allora o aperta o chiusa, oppure è stata fermata in una posizione intermedia. In questi casi lampeggia una segnalazione. Come clock di lampeggiamento si utilizza il flag speciale M8013, che viene impostato e reimpostato automaticamente con clock 1 s (v. par. 4.2).

Collegamento del PLC

Per il comando di una serranda avvolgibile descritto sopra si può, ad esempio, utilizzare un controllore FX1N-14MR.

4 Operandi in dettaglio

Gli operandi di un PLC sono utilizzati in istruzioni di comando, vale a dire che tramite il programma del PLC è possibile interrogare o intervenire sui loro stati di segnale o i loro valori. Un operando consiste in:

– un simbolo e

– un indirizzo.

Rappresentazione di una istruzione (In questo esempio Ingresso 0):

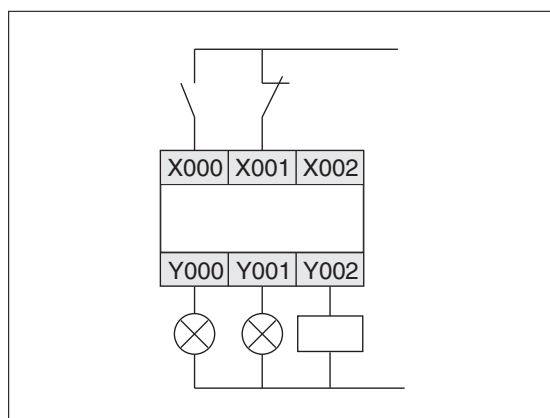
4.1 Ingressi e uscite

Gli ingressi e le uscite collegano un PLC al processo da gestire. Quando un ingresso viene interrogato dal programma del PLC, si esegue il controllo della tensione a un morsetto d'ingresso del controllore. Trattandosi di ingressi digitali, questi possono assumere solo due stati di segnale: ON e OFF. Quando la tensione al morsetto d'ingresso raggiunge 24 V, l'ingresso è abilitato (stato di segnale "1"). Con una tensione inferiore, l'ingresso risulta disabilitato (stato di segnale "0").

Nel caso di un PLC MELSEC, come simbolo degli operandi per gli ingressi si utilizza una "**X**". Uno stesso ingresso può essere interrogato nel programma quante volte si vuole.

NOTA

Con il programma del PLC non è possibile modificare lo stato degli ingressi. Non si può, per esempio, indicare un ingresso come operando di una istruzione d'uscita (OUT).

Utilizzando un'uscita come operando di una istruzione di output, al morsetto d'uscita del controllore viene fornito il risultato del link (lo stato di segnale dell'operando). Nel caso di uscite a relè, il rispettivo relè si eccita (tutti i relè hanno contatti normalmente aperti); nel caso di controllori con uscite a transistor, il transistor interpellato si connette, abilitando così l'utenza associata.

Esempio di collegamento di interruttori agli ingressi e di luci o contattori alle uscite di un PLC MELSEC.

La sigla degli operandi per le uscite è "**Y**". È possibile utilizzare le uscite non solo in istruzioni di output, ma anche in istruzioni di collegamento. In nessun caso è però possibile programmare più volte una stessa uscita come operando di una istruzione di output (v. anche par. 3.4.2).

La seguente tabella offre un prospetto degli ingressi e uscite dei controllori MELSEC della famiglia FX.

Operando		Ingressi	Uscite
Simbolo operando		X	Y
Tipo di operando		Operando a bit	
Valori che un operandopuò assumere		0 o 1	
Indicazione dell'indirizzo-dell'operando		Ottale	
Numero di ope-randi ed indirizzi (in funzione del tipo dell'unità base)	FX1S	6 (X00–X05) 8 (X00–X07) 12 (X00–X07, X10, X11, X12, X13) 16 (X00–X07, X10–X17)	4 (Y00–Y03) 6 (Y00–Y05) 8 (Y00–Y07) 14 (Y00–Y07, Y10–Y15)
	FX1N	8 (X00–X07) 14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 36 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40, X41, X42, X43) Con unità di espansione si può portare il numero degli ingressi amax 84 (X123). Il totale degli ingressi e uscite non può però superare 128	6 (Y00–Y05) 10 (Y00–Y07, Y10, Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) Con unità di espansione si può portare il numero degli ingressi a max 64 (Y77). Il totale degli ingressi e uscite non può però superare 128
	FX2N	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47) 64 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57, X60–X67, X70–X77)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47) 64 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57, Y60–Y67, Y70–Y77)
	FX2NC	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)
	FX3G	8 (X00–X07) 14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 36 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X43)	6 (Y00–Y05) 10 (Y00–Y07, Y10–Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27)
	FX3U*	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47)
	FX3UC*	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)

* Con unità di espansione è possibile portare a max. 248 (X367) il numero degli ingressi e a max. 248 (Y367) quello delle uscite. Il totale degli ingressi e uscite non può però superare il valore di 256.

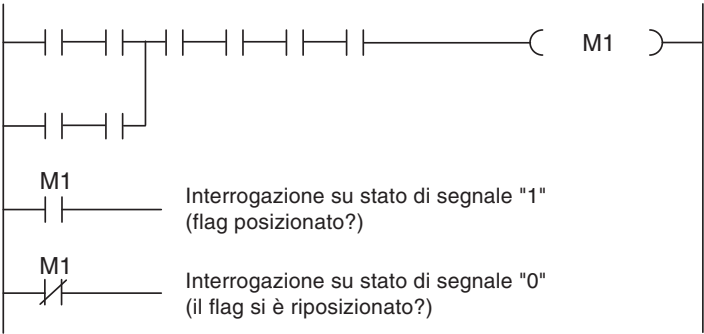
4.2 Flag

Spesso in un programma di PLC occorre salvare risultati binari provvisori (stato di segnale "0" o "1"). A tal fine sono disponibili in un PLC dei "flag" o indicatori (simbolo dell'operando: "**M**").

Nei flag si registra il risultato (provvisorio) del collegamento, ad esempio con una istruzione OUT, potendolo poi interrogare con istruzioni di collegamento. I flag contribuiscono a configurare il programma con una visione globale, risparmiando passi di programma. È possibile raccogliere su un flag i risultati dei collegamenti che sono richiesti più volte nel programma, utilizzandoli poi quante volte si vuole.

M1

M1
Interrogazione su stato di segnale "1"
(flag posizionato?)

M1
Interrogazione su stato di segnale "0"
(il flag si è riposizionato?)

I controllori della famiglia FX possiedono, oltre a flag "normali", anche cosiddetti flag latch. I flag normali, non bufferizzati, sono riportati allo stato di segnale "0" togliendo tensione al PLC e conservano tale stato anche dopo aver acceso il PLC. I flag di aggancio (latch), invece, conservano le loro informazioni anche nel caso manchi la corrente.

Operando		**Flag**	
		Flag non bufferizzati	**Flag di aggancio (latch)**
Simbolo operando		M	
Tipo di operando		Operando a bit	
Valori che un operandopuò assumere		0 o 1	
Indicazione dell'indirizzodell'operando		Decimale	
Numero di operandi ed indirizzi	FX1S	384 (M0–M383)	128 (M384–M511)
	FX1N	384 (M0–M383)	1152 (M384–M1535)
	FX2N FX2NC	500 (M0–M499)①	524 (M500–M1023)②
			2048 (M1024–M3071)
	FX3G	384 (M0–M383)	1152 (M384–M1535)
		6144 (M1536–M7679)③	
	FX3U FX3UC	500 (M0–M499)①	524 (M500–M1023)②
			6656 (M1024–M7679)

① A questi flag è possibile attribuire, nei parametri del PLC, anche la funzione di flag latch.

② A questi flag è possibile attribuire, nei parametri del PLC, anche la funzione di flag non bufferizzati.

③ Se la batteria opzionale è installata, a questi flag nei parametri del PLC è possibile attribuire la funzione di flag latch. Essi vengono allora bufferizzati dalla batteria.

4.2.1 Flag speciali

Accanto ai flag che l'utente può abilitare e disabilitare a piacere, esistono anche *Flag speciali*. Questi flag occupano l'area a partire dall'indirizzo M8000 e indicano determinati stati di segnale o influenzano l'elaborazione del programma. La tabella sottostante presenta solo una piccola selezione dei flag speciali.

<table>
<tr><th>Flag speciale</th><th>Descrizione</th><th>Elaborazione nel programma</th></tr>
<tr><td>M8000</td><td>Con il PLC in modalità "MARCIA", lo stato del segnale di questo flag è sempre "1"</td><td rowspan="6">Interrogazione dello stato di segnale</td></tr>
<tr><td>M8001</td><td>Con il PLC in modalità "MARCIA", lo stato del segnale di questo flag è sempre "0"</td></tr>
<tr><td>M8002</td><td>Impulso di inizializzazione (Una volta abilitata la modalità funzionale "MARCIA", questo flag è "1" per la durata di un ciclo di programma)</td></tr>
<tr><td>M8004</td><td>Errore PLC</td></tr>
<tr><td>M8005</td><td>Bassa tensione della batteria</td></tr>
<tr><td>M8013</td><td>Clock: 1 secondo</td></tr>
<tr><td>M8031</td><td>Si cancellano tutti gli operandi (tranne il registro dati D)non riportati nell'area bufferizzata della batteria</td><td rowspan="2">Interrogazione dello stato di segnale.
Assegnazione di uno stato di segnale</td></tr>
<tr><td>M8034</td><td>Si bloccano le uscite; le uscite non vengono abilitate, ma l'elaborazione del programma continua</td></tr>
</table>

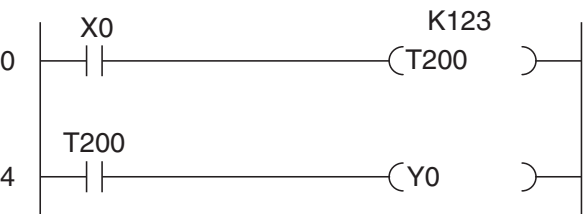
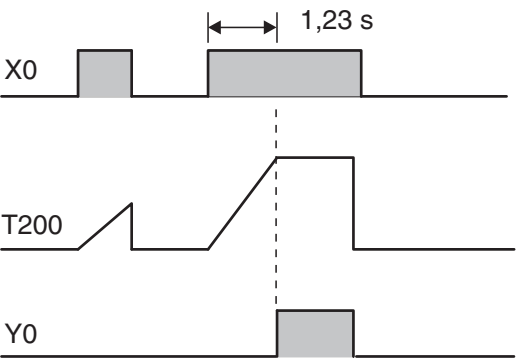
4.3 Timer

Nel controllo di processi o cicli si deve spesso ritardare l'abilitazione o disabilitazione di determinate fasi. Mentre con la tecnologia a relè si fa uso in tal caso di relè a tempo, in un PLC sono disponibili Elementi di tempo interni, (*Timer* in inglese).

In linea di principio, i timer calcolano una cadenza interna del PLC (es. impulsi con clock 0,1 s). Quando il conteggio raggiunge un valore impostato tramite il programma, viene abilitata l'uscita del timer.

Tutti i timer operano con funzione di ritardo all'abilitazione e con il comando sono attivati con segnale "1". Allo start al reset i timer sono programmati come uscite. L'uscita di un timer può essere interrogata quante volte si vuole all'interno del programma.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

Il timer T200 si avvia, quando viene abilitato l'ingresso X0. Il set point è 123 x 10 ms = 1,23 s. Trascorsi 1,23 s, il T200 abilita l'uscita Y0. Per l'esempio sopra illustrato risulta il seguente andamento di segnale:

Finché X0 è abilitato, il timer calcola gli impulsi interni a 10 ms. Raggiunto il set point, si abilita l'uscita di T200.

Se si disabilita l'ingresso X0 o si toglie tensione al PLC, timer si riposiziona e anche la sua uscita viene disabilitata.

È anche possibile procedere a definire il set point di tempo in modo indiretto, tramite il valore numerico decimale memorizzato in un registro dati. Questa possibilità è descritta al par. 4.6.1.

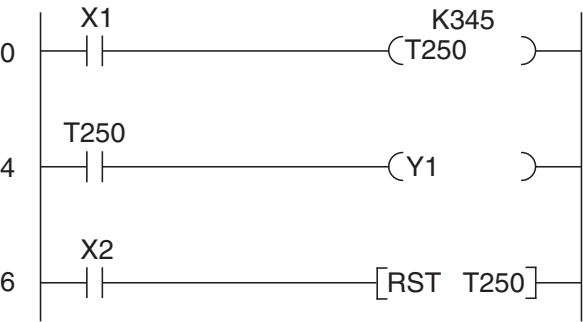
Elementi di tempo retentivi

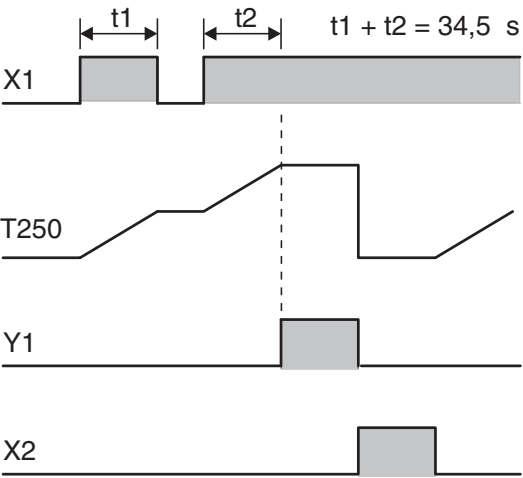
I controllori della serie FX1N, FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U e FX3UC dispongono, oltre agli elementi di tempo sopra descritti, anche di Timer Retentivi, che conservano il valore di tempo effettivo già raggiunto, anche una volta disabilitato il collegamento da comandare.

I valori di tempo effettivi sono raccolti in una memoria, il cui contenuto si conserva anche in caso di mancanza di tensione.

Esempio di programmazione di un timer retentivo:

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X0	
1	OUT	T250	K345
4	LD	T250	
5	OUT	Y1	
6	LD	X2	
7	RST	T250	

Il timer T250 si avvia, quando viene abilitato l'ingresso X0. Il set point è impostato a 345 x 0,1 s = 34,5 s. Una volta raggiunto il set point, il T250 abilita l'uscita Y1. Con l'ingresso X2 si riposiziona il timer e se ne disabilita l'uscita.

Quando X1 è abilitato, il timer conta gli impulsi interni a 100 ms. Anche se X1 viene disabilitato il valore reale fin qui raggiunto si conserva. Se il valore reale corrisponde al set point, l'uscita del timer viene abilitata.

Disabilitando l'ingresso X1 o togliendo tensione al PLC, il valore di tempo reale non si cancella; perché ciò accada è necessaria un'istruzione speciale nel programma. Con l'ingresso X2 si riposiziona il timer T250 e se ne disabilita l'uscita.

Tabella dei timer nelle unità base della famiglia FX MELSEC

Operando			Timer	
			Timer normali	Timer retentivi
Simbolo operando			T	
Tipo di operando (per comando e interrogazione)			Operando a bit	
Valori che un operando (uscita timer) può assumere			0 o 1	
Indicazione dell'indirizzodell'operando			Decimale	
Impostazione set point di tempo			Come costante decimale intera. L'impostazione ha luogo o direttamente nell'istruzione o indirettamente in un registro dati	
Numero di operandi ed indirizzi	FX1S	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	63 (T0–T62)	—
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	31 (T32–T62)*	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	1 (T63)	—
	FX1N	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	4 (T246–T249)	—
	FX2N FX2NC	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	—	4 (T246–T249)
	FX3G	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	64 (T256–T319)	4 (T246–T249)
	FX3U FX3UC	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	256 (T256–T511)	4 (T246–T249)

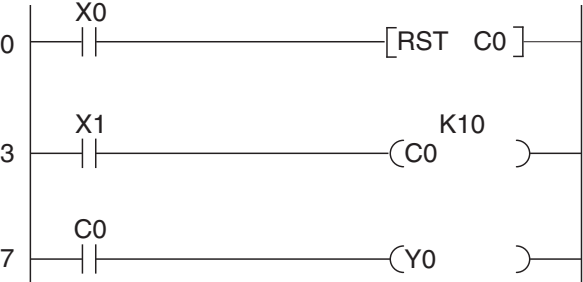
* Questi timer sono disponibili, solo se è abilitato il flag speciale M8028. In questo caso, il numero dei timer 100 ms si riduce a 32 (T0–T31).

4.4 Contatori (Counter)

Per la programmazione di processi di calcolo, nei controllori della famiglia FX si dispone di Contatori interni (Counter in inglese).

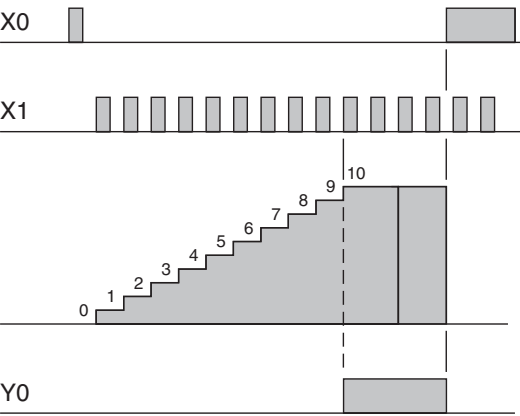
I contatori eseguono il calcolo di segnali, che sono portati al loro ingresso per ogni programma. Se il calcolo raggiunge un valore di set point già impostato tramite il programma, viene abilitata l'uscita del contatore. Questa può essere interrogata quante volte si vuole all'interno del programma.

Esempio di programmazione di un contatore:

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X0	
1	RST	C0	
3	LD	X1	
4	OUT	C0	K10
7	LD	C0	
8	OUT	Y0	

Ogni volta che viene abilitato l'ingresso X1, il contatore C0 fa salire il conteggio del valore numerico 1. L'uscita Y0 si imposta, dopo aver abilitato e disabilitato dieci volte l'ingresso X1. (Il set point del contatore è programmato come K10).

L'illustrazione seguente presenta l'andamento dei segnali per questo esempio di programma.

Con l'ingresso X0 si riposiziona il contatore con l'ausilio di una istruzione RST. Il valore reale del contatore viene portato a 0 e l'uscita del contatore si disabilita.

Una volta raggiunto il set point di calco lo, il contatore non viene più influenza-to dagli impulsi che seguono sull'in-gresso X1.

Per i contatori si distingue tra contatori a 16 bit e contatori a 32 bit. Il nome viene attribuito con riferimento allo spazio di memoria richiesto per il valore di calcolo. La tabella sottostante presenta le caratteristiche principali di questi contatori.

Caratteristica	Contatore a 16 bit	Contatore a 32 bit
Tipo di conteggio	Crescente	Crescente e decrescente. (La dire-zione del calcolo si definisce, abilitando o disabili-tando un flag speciale)
Limite per il set point	da 1 a 32767	da – 2 147 483 649 a 2 147 483 647
Impostazione del set point	Come costante decimale (K) diretta-mente nell'istruzione o indirettamentein un registro dati.	Come costante decimale (K), diretta-mente nell'istruzione o indirettamente in una coppia di registri di dati.
Comportamento al superamento	Conta fino a max 32767, poi il valore effet-tivo non cambia più.	Contatore ad anello: dopo aver con-tato fino a 2 147 483 647, il valore successivo sarà – 2 147 483 648. (Con conteggio decrescente si avrà un salto da – 2 147 483 648 a 2 147 483 647).
Uscita contatore	Raggiunto il set point, l'uscita resta abilitata.	Con conteggio crescente, l'uscita resta abilitata una volta raggiunto il set point. Con conteggio decrescente, l'uscita si riposiziona se al di sotto del set point.
Riposizionamento	Con un'istruzione RST si cancella il valore reale del contatore e si disabilita l'uscita	

Oltre ai normali contatori, i controllori MELSEC della famiglia FX offrono anche cosiddetti contatori ad alta velocità (High Speed Counter). Si tratta di contatori a 32 bit, che elaborano veloci segnali esterni di conteggio rilevati sugli ingressi X0÷X7. Con questi contatori, per esempio, si possono risolvere facilmente, in abbinamento con speciali istruzioni, compiti di posizionamento.

I contatori ad alta velocità operano secondo il principio di interruzione. Il programma del PLC viene così interrotto, reagendo immediatamente al segnale sul contatore. Troverete una descrizione dettagliata dei contatori ad alta velocità nel manuale di programmazione relativo ai controllori MELSEC della famiglia FX.

Tabella contatori

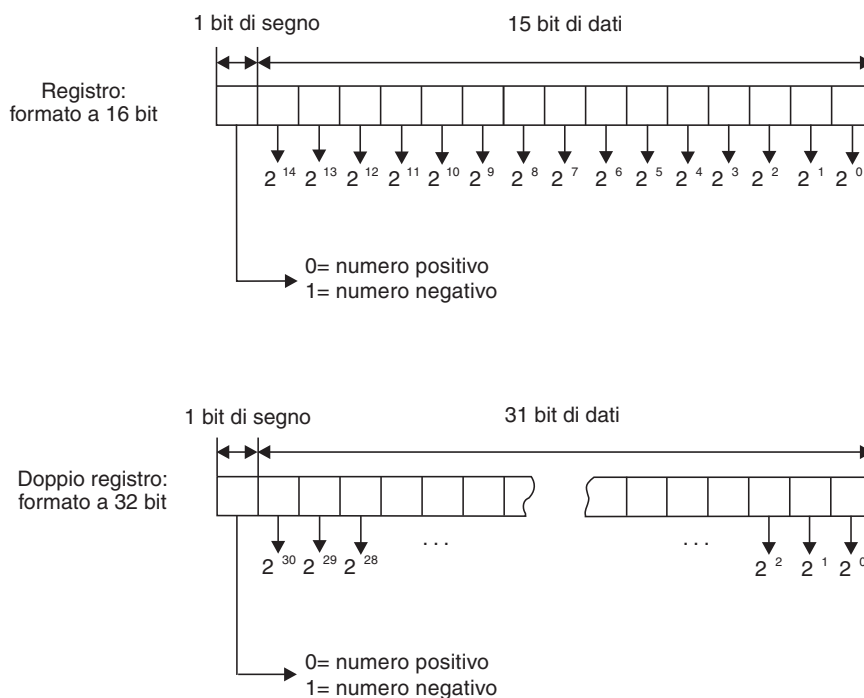
Operando			Counter	
			Contatori normali	**Contatori retentivi** ①
Simbolo operando			C	
Tipo di operando (per comando e interrogazione)			Operando a bit	
Valori, che possono assumere la contro-output			0 o 1	
Indicazione dell'indirizzodell'operando			Decimale	
Impostazione del set point del contatore			Come costante decimale, intera. L'impostazione si esegue o direttamente nell'istruzione o indirettamente in un registro dati (Per contatori a 32 bit, in due registri dati).	
Numero di operandi ed indirizzi	FX1S	Contatori a 16 bit	16 (C0–C15)	16 (C16–C31)
		Contatore a 32 bit	—	—
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	—	21 (C235–C255)
	FX1N	Contatori a 16 bit	16 (C0–C15)	184 (C16–C199)
		Contatore a 32 bit	20 (C200–C219)	15 (C220–C234)
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	—	21 (C235–C255)
	FX2N FX2NC	Contatori a 16 bit	100 (C0–C99) ②	100 (C100–C199) ②
		Contatore a 32 bit	20 (C200–C219) ②	15 (C220–C234) ②
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	21 (C235–C255) ②	
	FX3G	Contatori a 16 bit	16 (C0–C15)	184 (C16–C199)
		Contatore a 32 bit	20 (C200–C219)	15 (C220–C234)
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	—	21 (C235–C255)
	FX3U FX3UC	Contatori a 16 bit	100 (C0–C99) ②	100 (C100–C199) ②
		Contatore a 32 bit	20 (C200–C219) ②	15 (C220–C234) ②
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	21 (C235–C255) ②	

① Nei contatori retentivi, il valore di conteggio effettivo si conserva anche togliendo tensione.

② Nei parametri del PLC è possibile stabilire se i valori reali di questi contatori devono conservarsi quando si toglie tensione.

4.5 Registri

In un PLC, i flag fungono da memoria di risultati binari provvisori. Lo stato di un flag offre però solo un'informazione di IN/OUT o 0/1 e non è quindi adatto a memorizzare valori di misura o risultati di calcoli. A tal fine, i controllori della famiglia FX sono dotati di registri.

Un registro è costituito da 16 bit o da una parola (v. par. 3.2). Collegando due registri a 16 bit, si può ottenere un "doppio registro" a 32 bit.

In un registro è possibile memorizzare valori che vanno da 0000H a FFFFH (da -32768 a 32767), mentre un doppio registro può contenere valori che vanno da 00000000H a FFFFFFFFH (da -2 147 483 648 a 2 147 483 647).

I controllori della famiglia FX offrono un gran numero di istruzioni per operare con i registri, con le quali è possibile, ad esempio, scrivere valori in un registro, leggere valori da registri, copiare, confrontare o elaborare in calcoli aritmetici i contenuti di registri (v. capitolo 5).

4.5.1 Registri di dati

Nel programma del PLC, i registri di dati possono essere utilizzati come memoria. Un valore che viene inserito in un registro dati dal programma del PLC rimane invariato nel registro, finché nel programma non gli si sovrascrive un altro valore.

Nelle istruzioni per dati a 32 bit viene indicato solo l'indirizzo di un registro a 16 bit; il registro successivo viene impegnato automaticamente dalla parte con i valori più alti dei dati a 32 bit. Se per memorizzare un valore a 32 bit viene indicato, per esempio, il registro D0, questo registro D0 conterrà i bit di questo valore da 0 a 15 e il registro D1 i bit da 16 a 31.

Comportamento allo spegnimento o arresto del PLC

Oltre ai registri non bufferizzati, il cui contenuto viene cancellato ad un arresto del PLC o togliendo tensione al PLC, i controllori sono dotati anche di registri, il cui contenuto in questi casi si conserva (registri latch).

NOTA

Se è abilitato il flag speciale M8033, in caso di arresto del PLC anche i contenuti dei registri dati non bufferizzati non si cancellano.

Registri dati nel complesso

Operando		Registri di dati	
		Registri non bufferizzati	Registro latch
Simbolo operando		D	
Tipo di operando		Operando a parole (Si possono unire due registri in un dopio registro)	
Valori che un operandopuò assumere		Registri a 16 bit: da 0000H a FFFFH (da –32769 a 32769) Registri a 32 bit: da 00000000H a FFFFFFFFH (da –2 147 483 648 a 2 147 483 647)	
Indicazione dell'indirizzodell'operando		Decimale	
Numero di operandi ed indirizzi	FX1S	128 (D0–D127)	128 (D128–D255)
	FX1N	128 (D0–D127)	7872 (D128–D7999)
	FX2N FX2NC	200 (D0–D199)①	312 (D200–D511)②
			7488 (D512–D7999)
	FX3G	128 (D0–D127)	972 (D128–D1099)
		972 (D1100–D7999)③	
	FX3U FX3UC	200 (D0–D199)①	312 (D200–D511)②
			7488 (D512–D7999)

① A questi registri è possibile assegnare, nei parametri del PLC, anche la funzione di registri latch.

② A questi registri è possibile assegnare, nei parametri del PLC, anche la funzione di registri non bufferizzati.

③ Se la batteria opzionale è installata, a questi flag nei parametri del PLC è possibile attribuire la funzione di flag latch. Essi vengono allora bufferizzati dalla batteria.

4.5.2 Registri speciali

Come i flag speciali (par. 4.2.1) a partire dall'indirizzo M8000, anche i registri rientrano nei registri speciali a partire dall'indirizzo D8000. Spesso esiste persino una relazione diretta tra flag speciale e registro speciale. Così, per esempio, il flag speciale M8005 indica che la tensione della batteria del PLC è troppo bassa e il registro speciale D8005 contiene il valore di tensione rilevato. Una piccola selezione dei registri speciali è riportata nella tabella sottostante.

Registro speciale	Descrizione	Elaborazione nel programma
D8004	Indirizzo flag d'errore (indica quale flag d'errore è impostato)	Interrogazione del contenuto
D8005	Tensione batteria (il valore "36" corrisponde, per esempio, a 3,6 V)	
D8010	Tempo di ciclo attuale del programma	
D8013–D8019	Ora e data dell'orologio integrato	Interrogazione del contenuto Modifica del contenuto
D8030	Valore di lettura del potenziometro VR1 (da 0 a 255)	Interrogazione del contenuto (solo in FX1S e FX1N)
D8031	Valore di lettura del potenziometro VR2 (da 0 a 255)	

Registri modificabili dall'esterno

Nei controllori della serie FX1S, FX1N, FX3G sono integrati due potenziometri, con cui è possibile modificare il contenuto dei registri speciali D8030 e D8031 nei limiti da 0 a 255 (v. par. 4.6.1). Con l'ausilio di questi potenziometri si possono, ad esempio, modificare i valori di set point per timer e contatori, senza dover collegare un'unità di programmazione.

4.5.3 Registri di file

Il contenuto dei registri di file non va perduto anche togliendo tensione. Per questa ragione è possibile memorizzare in registri di file valori, che all'accensione del PLC saranno trasferiti in registri di dati e che sono necessari al programma, per esempio, per effettuare calcoli, confronti o come valori di set point per i timer.

I registri di file non si distinguono per architettura dai registri di dati. Vengono persino formati dai registri dati D1000÷D7999 in blocchi da 500 indirizzi ciascuno.

Operando		**Registri di file**
Simbolo operando		D
Tipo di operando		Operando a parole (Si possono unire due registri in un dopio registro)
Valori che un operandopuò assumere		Registri a 16 bit: da 0000H a FFFFH (da –32769 a 32769) Registri a 32 bit: da 00000000H a FFFFFFFFH (da –2 147 483 648 a 2 147 483 647)
Indicazione dell'indirizzodell'operando		Decimale
Numero di operandi ed indirizzi	FX1S	1500 (D1000–D2499) Nei parametri del PLC si possono al massimo definire 3 blocchi da 500 registri di file ciascuno.
	FX1N	7000 (D1000–D7999) Nei parametri del PLC si possono definire al massimo 14 blocchi da 500 registri di file ciascuno.
	FX2N FX2NC	
	FX3G	
	FX3U FX3UC	

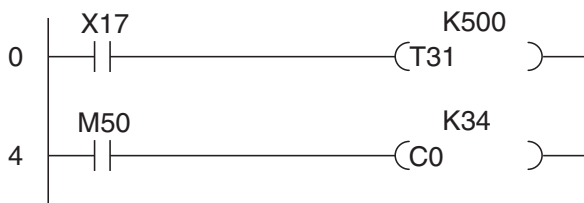
Nel manuale di programmazione per i controllori MELSEC della famiglia FX sono ampiamente descritti i registri di file.

4.6 Suggerimenti per la programmazione T e C

4.6.1 Impostazione indiretta del set point di timer e contatori

All'interno di una istruzione di uscita è possibile fornire direttamente a timer e contatori un set point di tempo e calcolo:

Diagramma a scale

0 X17 —(T31 K500)
4 M50 —(C0 K34)

Elenco istruzioni

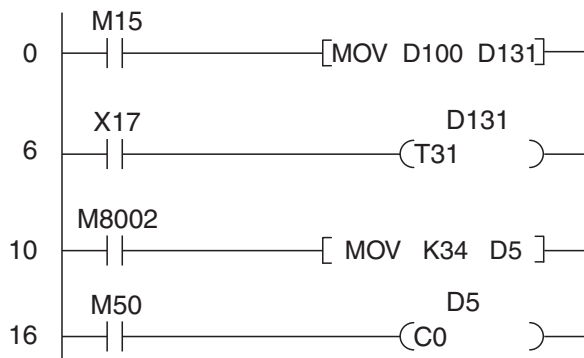
0	LD	X17	
1	OUT	T31	K500
4	LD	M50	
5	OUT	C0	K34

Nell'esempio sopra raffigurato, T31 è un timer da 100 ms. Con la costante "500" si imposta il tempo di ritardo a 500 x 0,1 s = 50 s. Il set point per il contatore C0 è automaticamente impostato a "34".

Il vantaggio di questo tipo d'impostazione del set point consiste nel fatto che non ci si deve più preoccupare del set point. Anche dopo una mancanza di tensione o subito all'accensione sono validi i set point impostati dal programma. L'inconveniente è però il fatto che per variare un set point occorre modificare il programma. Soprattutto i set point dei timer sono spesso modificati subito alla messa in funzione, per adattarli al controller e al test del programma.

I valori di set point di timer e contatori possono anche essere inseriti in registri di dati, da dove possono essere letti dal programma. In tal modo è possibile modificare rapidamente i valori impostati con un'unità di programmazione collegata. In questo caso è anche possibile impostare valori di set point tramite interruttori su un quadro o un'unità di comando.

L'illustrazione che segue presenta alcuni esempi di impostazione indiretta di valori di set point:

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	M15	
1	MOV	D100	D131
6	LD		X17
7	OUT	T31	D131
10	LD	M8002	
11	MOV	K34	D5
16	LD	M50	
17	OUT	C0	D5

– Quando il flag M15 è "1", il contenuto del registro dati D100 viene copiato nel registro dati D131. Questo registro contiene il set point per T131. Il contenuto del D100 può essere modificato, ad esempio con un'unità di comando.

– Il flag speciale M8002 è abilitato per un ciclo di programma solo dopo l'avvio del PLC. In tal modo, una volta acceso il PLC la costante "34" viene portata nel registro dati D5, che funge da memoria di set point per il contatore C0.

I valori di set point non devono essere necessariamente inseriti nei registri dati nel programma del PLC. È anche possibile definirli prima dell'avvio del programma con l'ausilio di un'unità di programmazione.

ATTENZIONE
Per salvare i valori di set point di timer e contatori, servitevi di registri dati latch, se tali valori di set point non vengono inseriti nei registri tramite il programma del PLC. Tenete presente che anche i contenuti di questi registri vanno perduti, quando la batteria del buffer è esaurita.
Se si utilizzano i registri normali, i valori impostati si cancellano togliendo tensione o portando l'interruttore di MARCIA/ARRESTO nella posizione di ARRESTO (STOP). Una volta data tensione o al successivo avvio del PLC potrebbero aversi delle situazioni di pericolo con questi set point impostati ora a "0".

Impostazione di set point con i potenziometri integrati

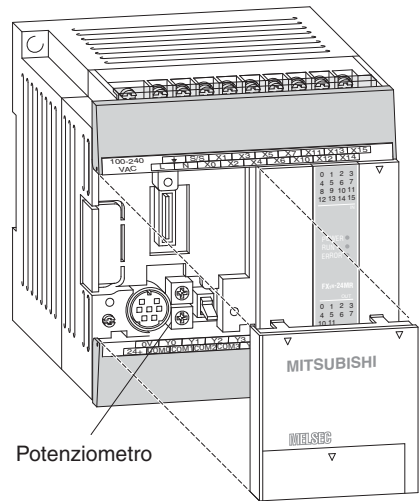
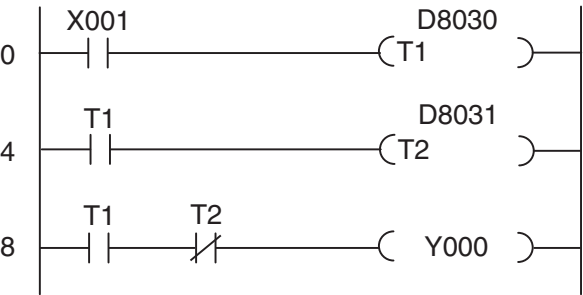
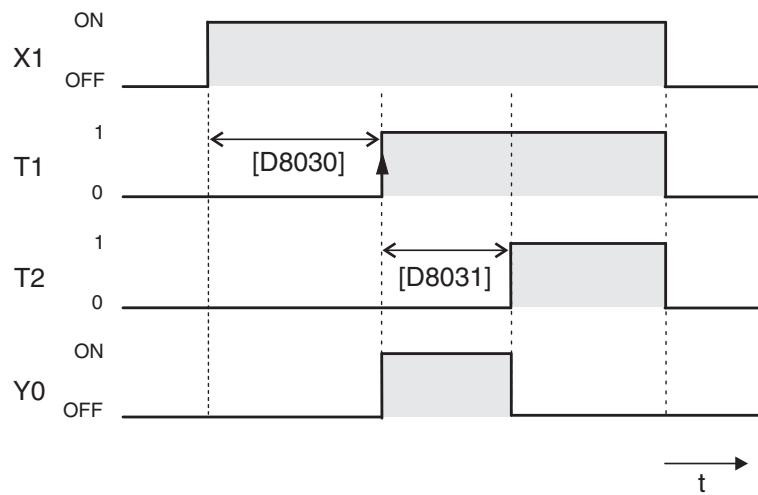
Nei controllori della serie FX1S, FX1N e FX3G è possibile modificare rapidamente e facilmente le impostazioni di set point, quali ad esempio i tempi, con i due potenziometri analogici del controllore.

La figura a sinistra mostra una unità base della serie FX1N. Nella serie FX1S e FX3G la disposizione dei potenziometri è simile.
Il valore del potenziometro superiore VR1 può essere letto dal registro speciale D8030. In D8031 viene collocato il valore di VR2, il potenziometro inferiore. Per utilizzare un potenzio-metro come sorgente di set point per un tem –porizzatore, nel programma viene indicato il registro anziché una costante.
Il valore nel registro è modificabile da 0 a 255 a seconda della posizione del potenziometro.

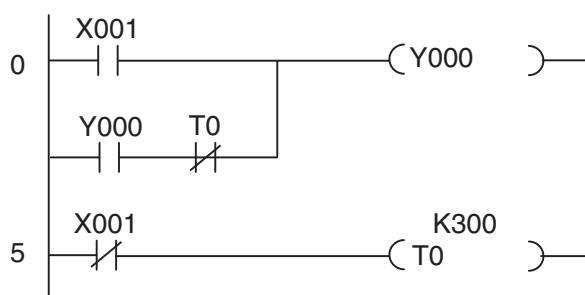
Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X001	
1	OUT	T1	D8030
4	LD	T1	
5	OUT	T2	D8031
8	LD	T1	
8	ANI	T2	
10	OUT	Y000	

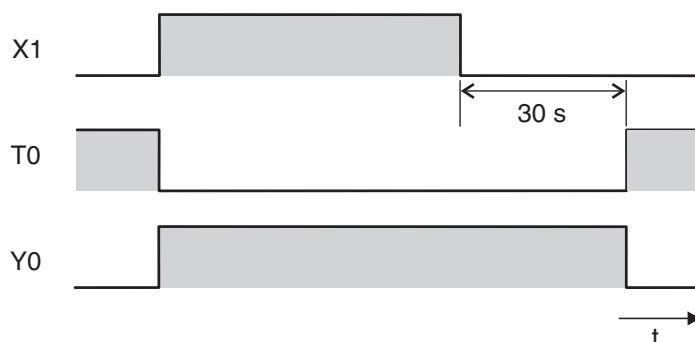
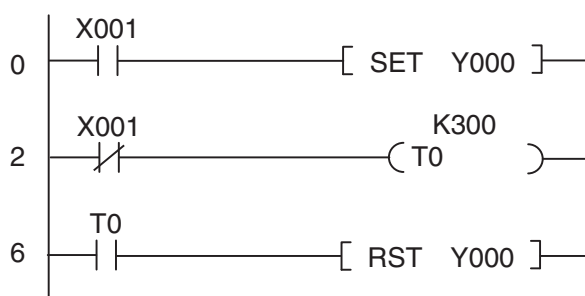
Nell'esempio di programma sopra indicato, una volta trascorso il tempo di T1, Y0 si abilita per un tempo definito da T2 (uscita impulsi ritardata).

Andamento del segnale
ON
X1
OFF
1
T1
0
[D8030]
1
T2
0
[D8031]
ON
Y0
OFF
t

4.6.2 Ritardo di disabilitazione

Tutti i timer di un PLC MELSEC operano come ritardo all'abilitazione. Una volta trascorso il tempo impostato, l'uscita dei timer si abilita. Spesso però sono necessari ritardi di disabilitazione. (Un esempio di applicazione è il comando di una ventola, che resta accesa ancora per qualche minuto dopo aver spento la luce in bagno.)

Variante di programma 1 (Auto-ritenuta)

```
0  LD         X001
1  LD         Y000
2  ANI   T0
3  ORB
4  OUT   Y000
5  LDI   X001
6  OUT   T0   K300
```

Fintanto che l'ingresso X1 (es.: interruttore della luce) è abilitato, anche l'uscita Y0 (ventola) è attiva. Ma anche dopo aver escluso X1, Y0 resta attiva per auto-ritenuta, perché il tempo del timer T0 non è ancora trascorso. Quest'ultimo parte con l'esclusione di X1. Una volta trascorso il tempo impostato (nell'esempio. 300 x 0,1 s = 30 s), T0 interrompe l'auto-ritenuta di Y0 e quest'uscita si disabilita.

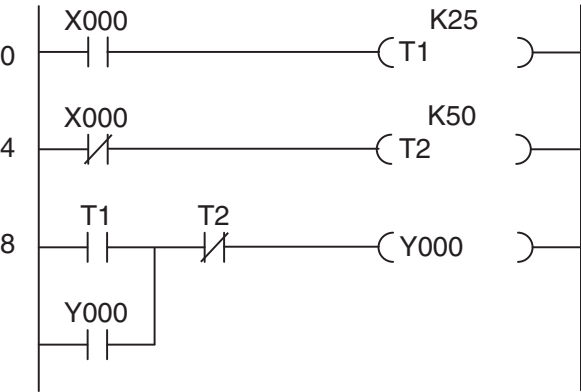
Andamento del segnale

Variante di programma 2 (Set/Reset)

```
0  LD    X001
1  SET   Y000
2  LDI   X001
3  OUT   T0    K300
6  LD          T0
7  RST   Y000
```

Abilitando X1, si imposta (abilita) l'uscita Y0. Disabilitando X1, si avvia T0. Trascorso il tempo impostato, T0 ripristina l'uscita Y0. L'andamento del segnale è identico a quello della variante di programma 1.

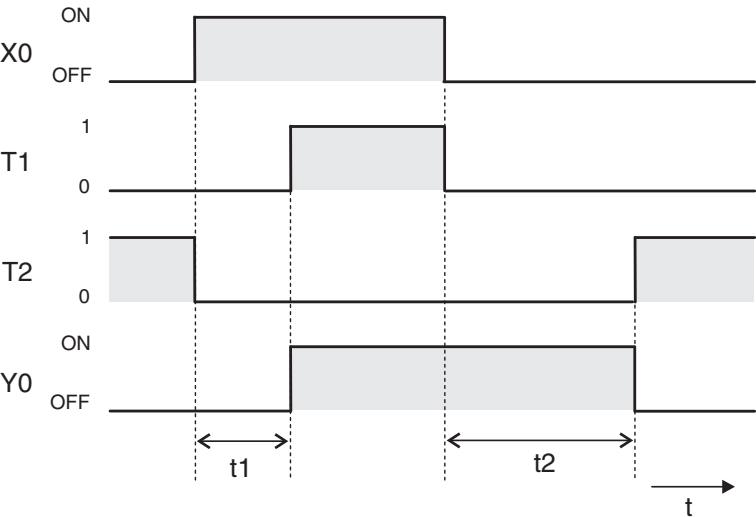
4.6.3 Ritardo all'abilitazione e disabilitazione

In pratica può accadere che si debba abilitare con ritardo e disabilitare anche con ritardo un'uscita. Anche questo compito è di facile soluzione con i link logici di base.

Diagramma a scale

0 X000 K25 T1
4 X000 K50 T2
8 T1 T2 Y000
Y000

Elenco istruzioni

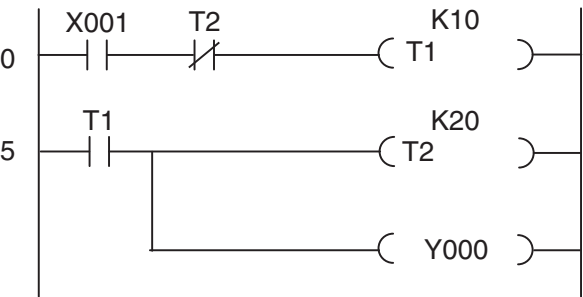
0	LD	X000	
1	OUT	T1	K25
4	LDI	X000	
5	OUT	T2	K50
8	LD	T1	
9	OR	Y000	
10	ANI	T2	
11	OUT	Y000	

Andamento del segnale

Autoritenendo con Y000 per il tempo T1, l'uscita resta abilitata durante il ritardo di disabilitazione.

4.6.4 Clock

Nel controllore sono disponibili flag speciali, con i quali è possibile risolvere molto facilmente compiti di programmazione, per cui si richiede una cadenza fissa (es., per comandare una spia di segnalazione di un guasto). M8013 viene, per esempio, abilitato e disabilitato nel tempo di 1 secondo. Una descrizione dettagliata di tutti i flag speciali è riportata nel manuale di programmazione della famiglia FX.

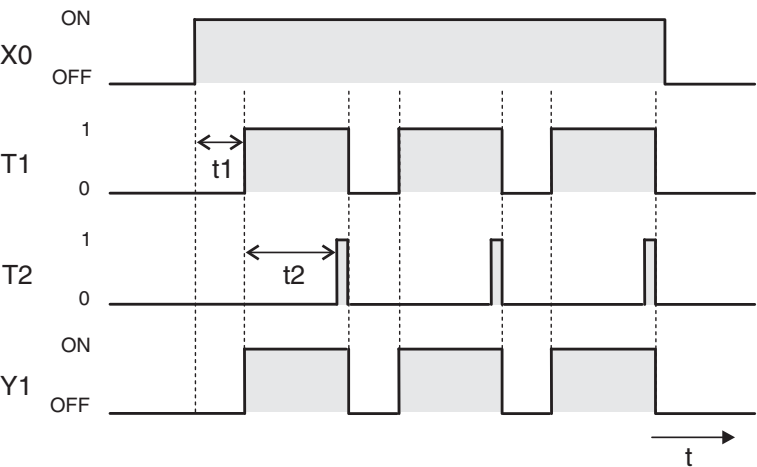
Se però si richiedono altri tempi di clock o tempi diversi di abilitazione e disabilitazione, è possibile realizzare un clock con due timer.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LD	X001	
1	ANI	T2	
2	OUT	T1	K10
5	LD	T1	
6	OUT	T2	K20
9	OUT	Y000	

X1 fa partire il clock. Si può anche tralasciare questo ingresso. Il clock è allora sempre attivo. Nel seguito del programma, l'uscita di T1 viene elaborata, ad esempio, per spie di segnalazione. Il tempo di abilitazione è dato da T2, il tempo di disabilitazione da T1.

L'uscita del timer T2 viene attivata solo per un ciclo di programma. Nell'illustrazione sottostante, che presenta l'andamento del segnale del programma d'esempio, questo tempo è raffigurato con lunghezza eccessiva. T2 disabilita T1 e così subito dopo si disabilita anche T2. Per essere precisi, il tempo di abilitazione si prolunga quindi del tempo necessario per l'esecuzione del programma. Dato che il tempo di ciclo è pari solo ad alcuni millisecondi, di norma esso è trascurabile.

Andamento del segnale

5 Programmazione per esperti

Con le istruzioni logiche di base descritte al capitolo 3, un controllore programmabile può imitare le funzioni di comandi a relè. Con ciò però le possibilità di un PLC sono lungi dall'essere esaurite. Essendo il cuore di ogni PLC un microprocessore, anche calcoli, confronti di numeri, trasformazioni di sistemi numerici o l'elaborazione di valori analogici non rappresentano alcun problema.

Per svolgere queste funzioni, che vanno oltre i collegamenti logici, sono necessarie istruzioni particolari, le cosiddette istruzioni applicative.

5.1 Generalità sulle istruzioni applicative

Le istruzioni applicative sono chiaramente identificate da una sigla, che è tratta dalla descrizione della loro funzione. Per esempio, la definizione per l'istruzione, con cui è possibile confrontare due numeri a 16 o 32 bit, è "CMP" (dall'inglese *to compare*, paragonare. Tutte le sigle per le istruzioni applicative derivano dall'inglese.)

Nella programmazione si indica la sigla, seguita dal o dagli operandi. La tabella che segue presenta un prospetto di tutte le istruzioni applicative, per illustrare le possibilità dei controllori MELSEC della famiglia FX. Non spaventatevi, non dovete annotare tutte le sigle. All'atto della programmazione potete servirvi della funzione Help del software di programmazione GX Developer o GX IEC Developer. Tutte le istruzioni sono ampiamente descritte e corredate di esempi nel manuale di programmazione relativo alla famiglia FX. In questo capitolo approfondiremo solo le istruzioni più frequentemente utilizzate (nella tabella, queste sono su sfondo grigio).

<table>
<tr><th rowspan="2">Classificazione</th><th rowspan="2">Istruzione</th><th rowspan="2">Significato</th><th colspan="5">Controllore</th></tr>
<tr><th>FX1S</th><th>FX1N</th><th>FX2N
FX2NC</th><th>FX3G</th><th>FX3U
FX3UC</th></tr>
<tr><td rowspan="10">Istruzioni esecuzione programma</td><td>CJ</td><td>Salto all'interno di un programma</td><td rowspan="10">●</td><td rowspan="10">●</td><td rowspan="10">●</td><td rowspan="10">●</td><td rowspan="10">●</td></tr>
<tr><td>CALL</td><td>Richiamo di un sottoprogramma</td></tr>
<tr><td>SRET</td><td>Fine di un sottoprogramma</td></tr>
<tr><td>IRET</td><td>Interruzione – Chiusura programma</td></tr>
<tr><td>EI</td><td>Interruzione – Attivazione programma</td></tr>
<tr><td>DI</td><td>Interruzione – Disattivazopme programma</td></tr>
<tr><td>FEND</td><td>Fine di un'area di programma</td></tr>
<tr><td>WDT</td><td>Watchdog – Rinfresca timer</td></tr>
<tr><td>FOR</td><td>Inizio ripetizione di un programma</td></tr>
<tr><td>NEXT</td><td>Fine ripetizione di un programma</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Istruzioni di confronto e trasferimento dati</td><td>CMP</td><td>Confronto dati numerici</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>ZCP</td><td>Confronto aree dati numerici</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>MOV</td><td>Trasferimento dati</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>SMOV</td><td>Sposta e trasferisce</td><td></td><td></td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>CML</td><td>Copia e inversione</td><td></td><td></td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>BMOV</td><td>Trasferimento in blocco</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>FMOV</td><td>Trasferimento dati uguali</td><td></td><td></td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>XCH</td><td>Scambio di dati</td><td></td><td></td><td>●</td><td></td><td>●</td></tr>
<tr><td>BCD</td><td>Conversione BCD</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
<tr><td>BIN</td><td>Conversione binaria</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr>
</table>

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Istruzioni aritmie-tiche e logiche	ADD	Addizione di dati numerici	●	●	●	●	●
	SUB	Sottrazione di dati numerici	●	●	●	●	●
	MUL	Moltiplicazione di dati numerici	●	●	●	●	●
	DIV	Divisione di dati numerici	●	●	●	●	●
	INC	Incremento	●	●	●	●	●
	DEC	Decremento	●	●	●	●	●
	WAND	Link logico E	●	●	●	●	●
	WOR	Link logico O	●	●	●	●	●
	WXOR	Link logico O esclusivo	●	●	●	●	●
	NEG	Negazione di dati			●		●
Istruzioni di spostamento	ROR	Rotazione a destra			●	●	●
	ROL	Rotazione a sinistra			●	●	●
	RCR	Rotazione di bit a destra			●		●
	RCL	Rotazione di bit a sinistra			●		●
	SFTR	Spostamento a bit di dati binari, verso destra	●	●	●	●	●
	SFTL	Spostamento a bit di dati binari, verso sinistra	●	●	●	●	●
	WSFR	Spostamento dati a parole, verso destra			●	●	●
	WSFL	Spostamento dati a parole, verso sinistra			●	●	●
	SFWR	Scrivi in una memoria FIFO	●	●	●	●	●
	SFRD	Leggi da una memoria FIFO	●	●	●	●	●
Operazioni con dati	ZRST	Ripristino aree operandi	●	●	●	●	●
	DECO	Decodifica dati	●	●	●	●	●
	ENCO	Codifica dati	●	●	●	●	●
	SUM	Rileva bit impostati			●	●	●
	BON	Verifica un bit			●	●	●
	MEAN	Rileva valori medi			●	●	●
	ANS	Inizia un intervallo di tempo			●	●	●
	ANR	Ripristina bit di segnalazione			●	●	●
	SQR	Rileva la radice quadrata			●		●
	FLT	Trasforma il formato numerico			●	●	●
Istruzioni alta velocità	REF	Rinfresca ingressi e uscite	●	●	●	●	●
	REFF	Imposta il filtro d'ingresso			●		●
	MTR	Legge una matrice (MTR)			●	●	●
	DHSCS	Imposta con contatore alta velocità	●	●	●	●	●
	DHSCR	Ripristina con contatore alta velocità	●	●	●	●	●
	DHSZ	Confronta aree			●	●	●
	SPD	Riconosce velocità	●	●	●	●	●
	PLSY	Uscita impulsi (frequenza)	●	●	●	●	●
	PWM	Uscita impulsi con modulazione ampiezza impulsi	●	●	●	●	●
	PLSR	Uscita impulsi (numero)	●	●	●	●	●
Istruzioni legate all'applicazione	IST	Inizializzazione stato passi	●	●	●	●	●
	SER	Istruzione Cerca			●	●	●
	ABSD	Contatore assoluto – Confronta	●	●	●	●	●
	INCD	Contatore incrementale – Confronta	●	●	●	●	●
	TTMR	Teaching-Timer			●		●
	STMR	Timer speciale			●		●
	ALT	Funzione flip flop	●	●	●	●	●
	RAMP	Funzione rampa	●	●	●	●	●
	ROTC	Posizionamento tavola circolare			●		●
	SORT	Istruzione Ordina			●		●

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Istruzioni di input/output	**TKY**	Tastiera decimale			●		●
	HKY	Tastiera esadecimale			●		●
	DSW	Interruttore digitale	●	●	●	●	●
	SEGD	Visualizzazione a 7 segmenti			●		●
	SEGL	Visualizzazione a 7 segment con latch	●	●	●	●	●
	ARWS	Visualizzazione a 7 segmenti con tasti sup-plemen			●		●
	ASC	Conversione ASCII			●		●
	PR	Output dati sulle uscite			●		●
	FROM	Lettura di dati da un modulo speciale		●	●	●	●
	TO	Scrittura di dati in un modulo speciale		●	●	●	●
Istruzioni per comunicazione seriale	**RS**	Trasmissione dati seriale	●	●	●	●	●
	PRUN	Spostamento di ingressi o flag	●	●	●	●	●
	ASCI	Conversione in un simbolo ASCII	●	●	●	●	●
	HEX	Conversione in un valore esadecimale	●	●	●	●	●
	CCD	Controllo somma e parità	●	●	●	●	●
	VRRD	Lettura di set point da FX☐☐-8AV-BD	●	●	●	●	●
	VRSC	Lettura posizioni interruttori da FX☐☐-8AV-BD	●	●	●	●	●
	RS2	Trasmissione dati seriale (2)				●	●
	PID	Programmazione di un circuito di regolazione	●	●	●	●	●
Proteggere/ripri-stinare registri indici	**ZPUSH**	Protegge il contenuto dei registri indici					●
	ZPOP	Ripristina il contenuto dei registri indici					
Operazioni con numeri a virgola mobile	**DECMP**	Confronto di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DEZCP	Confronto di numeri a virgola mobile (aree)			●		●
	DEMOV	Trasferimento di numeri a virgola mobile				●	●
	DESTR	Trasforma numero a virgola mobile in stringa					●
	DEVAL	Trasforma stringa in numeri a virgola mobile					●
	DEBCD	Conversione formato a virgola mobile in for-matonumerico scientifico			●		●
	DEBIN	Conversione formato numerico scientifico in formato a virgola mobile			●		●
	DEADD	Addizione di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DESUB	Sottrazione di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DEMUL	Moltiplicazione di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DEDIV	Divisione di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DEXP	Numero a virgola mobile come esponente a base e					●
	DLOGE	Calcolo logaritmo naturale					●
	DLOG10	Calcolo del logaritmo decimale					●
	DESQR	Radici quadrate di numeri a virgola mobile			●	●	●
	DENEG	Inversione segno di numeri a virgola mobile					●
	INT	Conversione da formato a virgola mobile in formatodecimale			●	●	●
Istruzioni aritmeti-che per numeri a virgola mobile	**SIN**	Calcolo del seno			●		●
	COS	Calcolo del coseno			●		●
	TAN	Calcolo della tangente			●		●
	ASIN	Calcolo dell'arcoseno					●
	ACOS	Calcolo dell'arcocoseno					●
	ATAN	Calcolo dell'arcotangente					●
	RAD	Conversione da gradi in radianti					●
	DEG	Conversione da radianti in gradi					●

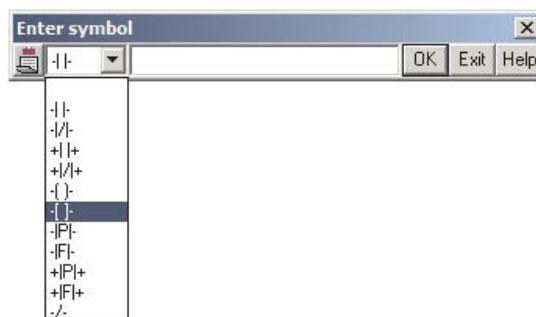
Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Istruzioni di elaborazione dati	WSUM	Forma la somma dei contenuti di operandi a parola					●
	WTOB	Dividere in byte dati in operandi a parola					●
	BTOW	Formare operandi a parola da singoli byte					●
	UNI	Raggruppare in operandi a parola gruppi di 4 bit					●
	DIS	Dividere operandi a parola in gruppi di 4 bit					●
	SWAP	Scambiare byte di valore inferiore e superiore			●		●
	SORT2	Ordina dati in tabella					●
Istruzioni di posizionamento	DSZR	Corsa punto di riferimento (con proximity)				●	●
	DVIT	Posizionamento con interruzione				●	●
	TBL	Posizionamento da tabella dati				●	●
	DABS	Legge la posizione effettiva assoluta	●	●	●	●	●
	ZRN	Corsa punto di riferimento	●	●		●	●
	PLSV	Uscita di impulsi a frequenza variabile	●	●		●	●
	DRVI	Posiziona su un valore incrementale	●	●		●	●
	DRVA	Posiziona su un valore assoluto	●	●		●	●
Operazioni con l'orologio integrato del PLC	TCMP	Confronto dati orologio	●	●	●	●	●
	TZCP	Confronto dati orologio con un'area	●	●	●	●	●
	TADD	Addizione dati orologio	●	●	●	●	●
	TSUB	Sottrazione dati orologio	●	●	●	●	●
	HTOS	Trasforma la visualizzazione in formato "Ora, minuti, secondi" in secondi					●
	STOH	Trasforma la visualizzazione in secondi nel formato "Ora, munti, secondi"					●
	TRD	Legge ora e data	●	●	●	●	●
	TWR	Trasferisce ora e data nel PLC	●	●	●	●	●
	HOUR	Contatore ore di funzionamento	●	●	●	●	●
Trasformazione codice di Gray	GRY	Trasforma il codice di Gray in numero decimale			●	●	●
	GBIN	Trasforma numero decimale in codice di Gray					
Scambio dati con moduli analogici	RD3A	Legge valori analogici d'ingresso		●	●	●	●
	WR3A	Scrive valore analogico d'uscita					
Istruzione da ROM esterna	EXTR	Esegue l'istruzione memorizzata nella ROM esterna			●		
Istruzioni diverse	COMRD	Legge commento operandi					●
	RND	Genera numero random					
	DUTY	Emette impulso di lunghezza definita					
	CRC	Verifica dati (verifica CRC)					
	HCMOV	Trasferisce valore reale di un contatore alta veloc.					
Istruzioni per dati, memorizzati in operandi consecutivi (blocchi dati)	BK+	Addiziona dati in un blocco dati					●
	BK-	Sottrae dati in un blocco dati					
	BKCMP=	Confronta dati in blocchi dati					
	BKCMP>						
	BKCMP<						
	BKCMP<>						
	BKCMP<=						
	BKCMP>=						

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Istruzioni di elaborazione per stringhe di caratteri	**STR**	Trasforma dati binari in stringhe caratteri					●
	VAL	Trasforma stringhe caratteri in dati binari					
	$+	Aggiunge stringhe caratteri					
	LEN	Rileva lunghezza di stringhe caratteri					
	RIGHT	Estrae dati stringhe caratteri da destra					
	LEFT	Estrae dati stringhe caratteri da sinistra					
	MIDR	Seleziona stringa caratteri					
	MIDW	Sostituisce stringa caratteri					
	INSTR	Cerca stringa caratteri					
	$MOV	Trasferisce stringa caratteri					
Istruzioni di elaborazione per elenchi dati	**FDEL**	Elimina dati da elenco dati					●
	FINS	Inserisce dati in elenco dati					
	POP	Legge gli ultimi dati inseriti in un elenco dati					
	SFR	Sposta a destra parola dati a 16 bit					
	SFL	Sposta a sinistra parola dati a 16 bit					
Istruzioni di confronto	**LD=**	Confronta I dati all'interno dei link	●	●	●	●	●
	LD>						
	LD<						
	LD<>						
	LD<=						
	LD>=						
	AND=						
	AND>						
	AND<						
	AND>=						
	OR=						
	OR>						
	OR<						
	OR<>						
	OR<=						
	OR>=						
Istruzioni di controllo dati	**LIMIT**	Limita l'area di output di valori					●
	BAND	Determina offset d'ingresso					
	ZONE	Determina offset d'uscita					
	SCL	Cambia scala dei valori					
	DABIN	Converte numero da codice ASCII in valore binario					
	BINDA	Converte valore binario in codice ASCII					
	SCL2	Cambia scala valori (La tabella dei valori è struttu-rata diversamente che con l'istruzione SCL)					
Istruzioni per la comunicazione con convertitori di frequenza	**IVCK**	Controlla stato convertitore di frequenza				●	●
	IVDR	Comanda il convertitore di frequenza					
	IVRD	Legge i parametri del conv. di frequenza					
	IVWR	Scrive i parametri nel conv. di frequenza					
	IVBWR	Scrive i parametri a blocco nel convertitore difrequenza					●
Scambio dati con moduli speciali	**RBFM**	Legge da memoria buffer di moduli speciali					●
	WBFM	Scrive in memoria buffer di moduli speciali					
Istruzione per contatore alta velocità	**HSCT**	Confronta valore reale di un contatore ad alta-velocità con dati in elenco dati					●

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Istruzione per dati da registri file estesi	LOADR	Legge dati da registri file estesi				●	●
	SAVER	Scrive dati in registri dati estesi					●
	INITR	Inizializza registri estesi e registri file estesi					●
	LOGR	Salva dati di operandi in registri estesi o registri file estesi					●
	RWER	Trasferisce dati da registri estesi in registri file estesi				●	●
	INITER	Inizializza registri file estesi					●

5.1.1 Inserimento di istruzioni applicative

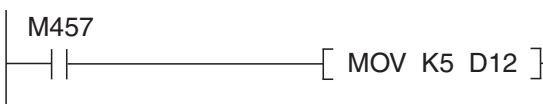
Per impostare istruzioni applicative con il software di programmazione GX Developer FX, portare il cursore sulla posizione del percorso di corrente, in cui si vuole inserire l'istruzione, e digitare la sigla dell'istruzione e gli operandi. Il software di programmazione riconosce automaticamente che viene inserita un'istruzione e apre la finestra di input (v. sotto). Oppure posizionate il cursore e cliccate poi sulla barra degli strumenti sull'icona -[ ]- F8 .

Potete selezionare l'istruzione anche nella finestra di input. Cliccate sul simbolo "▼" per aprire un elenco di opzioni.

Nel campo d'immissione si digitano poi la sigla dell'istruzione e gli operandi. Le voci sono separate da uno spazio.

A tutte le cifre si deve anteporre una lettera, che indica o il tipo di operando o – in caso di costanti – il formato numerico. La lettera "K" identifica costanti decimali, mentre la lettera "H" identifica costanti esadecimali.

In questo esempio, nel registro dati D12 viene digitato il valore "5" con un'istruzione MOV.

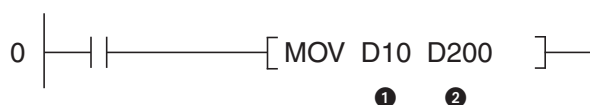
Con il pulsante ***Help*** potete aprire una finestra di dialogo e cercare un'istruzione con la funzione desiderata. Qui avete anche informazioni sul modo di operare dell'istruzione e sul tipo e numero degli operandi.

Con un clic su OK, l'istruzione applicativa viene recepita nel programma.

Se state programmando come elenco istruzioni, vogliate inserire in una riga la sigla dell'istruzione, seguita dagli operandi. Anche qui le singole voci sono separate da uno spazio.

5.2 Istruzioni per il trasferimento di dati

Nel PLC, i registri di dati fungono da memoria per valori di misura e uscita, risultati transitori o valori tabellari. Ad esempio, le istruzioni aritmetiche leggono i valori dei loro operandi direttamente dai registri di dati, riportando in tali registri – se lo si vuole – anche il risultato; per supportare queste istruzioni c'è però bisogno di istruzioni di trasferimento, con le quali si possono copiare dati da un registro in un altro oppure inserire costanti in registri di dati.

5.2.1 Trasferimento da singoli dati con un'istruzione MOV

Con un'istruzione MOV (dall'inglese *to move* = muovere) si "muovono" dei dati e si copiano da una sorgente di dati in una destinazione.

❶ Sorgente dati (Qui si può anche indicare una costante)

❷ Destinazione dati

In questo esempio, il contenuto del registro dati D10 viene trasferito nel registro dati D200, se è abilitato l'ingresso X1. L'illustrazione che segue presenta l'andamento di segnale per questo esempio.

Esecuzione dell'istruzione con fronte di comando

Per determinate applicazioni è più conveniente definire la destinazione dei dati solo in un ciclo del programma: per esempio, se si opera un trasferimento nella stessa destinazione in un altro punto del programma oppure se il trasferimento deve verificarsi solo a un momento definito.

Un'istruzione MOV viene eseguita solo **una volta** con fronte di salita della condizione d'ingresso, se alla sigla MOV segue una "P". (La lettera "P" fa riferimento al termine inglese *Pulse* e indica che l'istruzione è comandata da un cambiamento di segnale o da un impulso.)

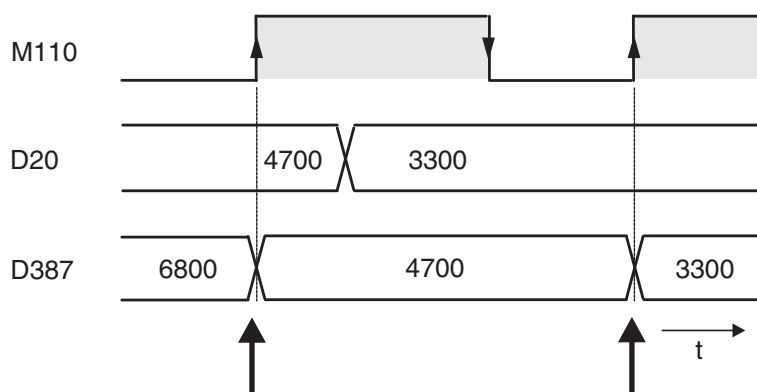
Nell'esempio che segue, il contenuto di D20 viene riportato nel registro dati D387, solo quando lo stato del segnale di M110 passa da "0" a "1".

Diagramma a scale

```
    M110
0 ─┤ ├──────────[MOVP  D20  D387 ]─
```

Elenco istruzioni

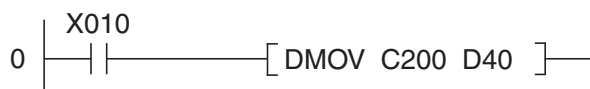
0	LD		M110
1	MOVP	D20	D387

Anche se M110 rimane impostato, non si ha ulteriore trasferimento nel registro D387. Ciò è chiarito dall'andamento di segnale per questo esempio:

Il contenuto della sorgente dati viene trasferito nella destinazione dati solo con fronte di salita della condizione d'ingresso.

Trasferimento di dati a 32 bit

Se si vogliono trasferire dati a 32 bit con un'istruzione MOV, all'istruzione viene anteposta una "D".

Diagramma a scale

```
    X010
0 ─┤ ├──────────[DMOV  C200  D40 ]─
```

Elenco istruzioni

0	LD	X010	
1	DMOV	C200	D40

Quando è abilitato l'ingresso X010, lo stato del conteggio del contatore a 32 bit C200 viene trasferito nei registri dati D40 e D41. D40 contiene i bit di valore inferiore.

È anche possibile la combinazione tra elaborazione di parole doppie ed esecuzione con fronte di comando, come dimostra il seguente esempio.

Diagramma a scale

```
    M10
0 ─┤ ├──────────[DMOVP D10  D610 ]─
```

Elenco istruzioni

0	LD		M10
1	DMOVP	D10	D610

Impostando il flag M10, il contenuto dei registri D10 e D11 viene trasferito nei registri D610 e D611.

5.2.2 Trasferimento di operandi a bit in gruppi

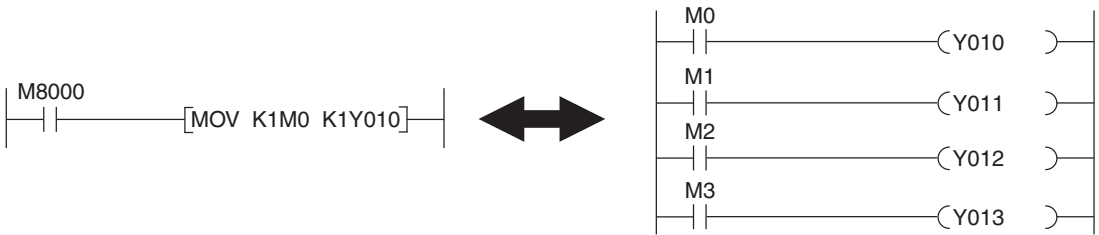
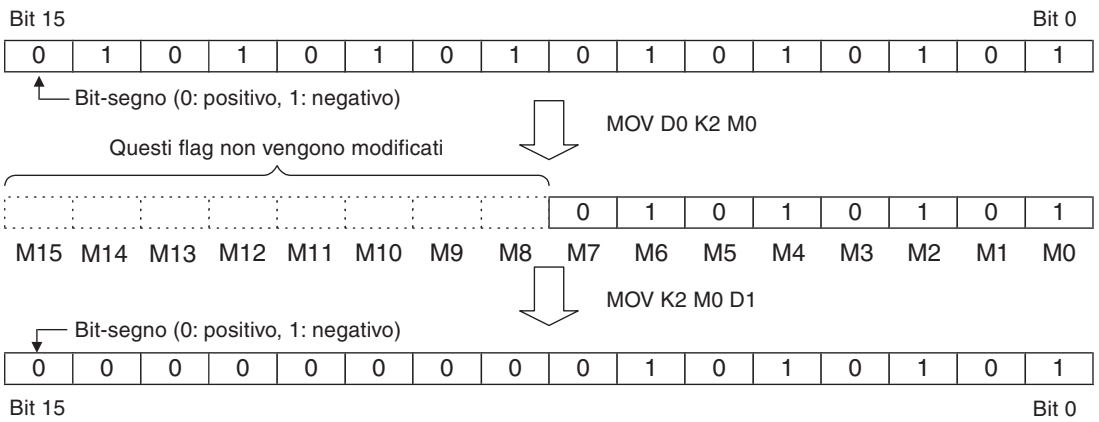
Nel paragrafo precedente si è illustrato come con un'istruzione MOV è possibile trasferire costanti o i contenuti di registri dati in altri registri dati. Si possono però memorizzare valori numerici anche in operandi a bit consecutivi, come i flag. Per far intervenire con un'istruzione applicativa più operandi a bit consecutivi, si indica l'indirizzo del primo operando a bit unitamente al fattore "K", che identifica il numero degli operandi.

Questo fattore "K" indica il numero delle unità per ogni 4 operandi: K1 = 4 operandi, K2 = 8 operandi, K3 = 12 operandi, ecc.

Con l'indicazione "K2M0" vengono, per esempio, definiti gli otto flag da M0 a M7. Sono possibili fattori da K1 (4 operandi) fino a K8 (32 operandi).

Esempi di definizione di operandi a bit:

- K1X0: 4 ingressi, start con X0 (da X0 a X3)
- K2X4: 8 ingressi, start con X4 (da X4 a X13, sistema di calcolo ottale!)
- K4M16: 16 flag, start a M16 (da M16 a M31)
- K3Y0: 12 uscite, start con Y0 (da Y0 a Y13, sistema di calcolo ottale!)
- K8M0: 32 flag, start con M0 (da M0 a M31)

La possibilità di far intervenire più operandi a bit con solo un'istruzione riduce anche il tempo di programmazione. Le due sequenze di programma che seguono hanno la stessa funzione: trasferire gli stati di segnale dei flag M0 ÷ M3 alle uscite Y10 ÷ Y13.

Se la destinazione dei dati è più piccola della sorgente dati, i bit in soprannumero non vengono trasferiti (v. illustrazione seguente, esempio in alto). Se la destinazione dei dati è più grande della sorgente dati, le posizioni mancanti sono occupate da uno "0". Interpretando il bit 15 come segno, il valore che ne risulta è sempre positivo (come nell'esempio in basso dell'illustrazione sottostante.)

5.2.3 Trasferimento di dati contigui con un'istruzione BMOV

Con l'istruzione MOV precedentemente illustrata al paragrafo 5.2.1 è possibile trasferire in una destinazione dati un valore da 16 o 32 bit al massimo. Per trasferire diversi dati contigui, si potrebbero programmare diverse istruzioni MOV una dopo l'altra. Per risparmiarvi questa fatica, è a vostra disposizione l'istruzione BMOV. La sigla sta per "Block Move": Gli operandi sono trasferiti con contiguità, come blocco

Diagramma a scale

```
0 ├─┤ ├──────[BMOV  D10  D200  K5]─┤
                     ❶    ❷    ❸
```

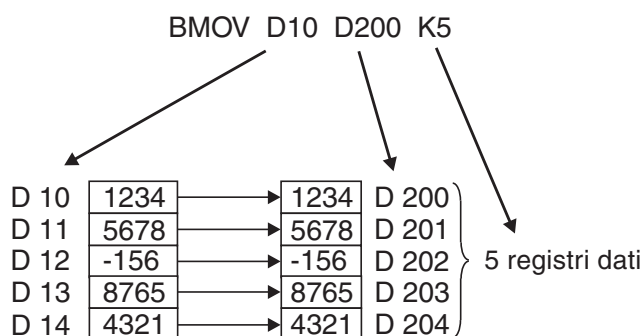
Elenco istruzioni

```
0  BMOV  D10  D200  K5
          ❶    ❷    ❸
```

❶ Sorgente dati (operando a 16 bit; viene indicato il 1° operando dell'area sorgente)

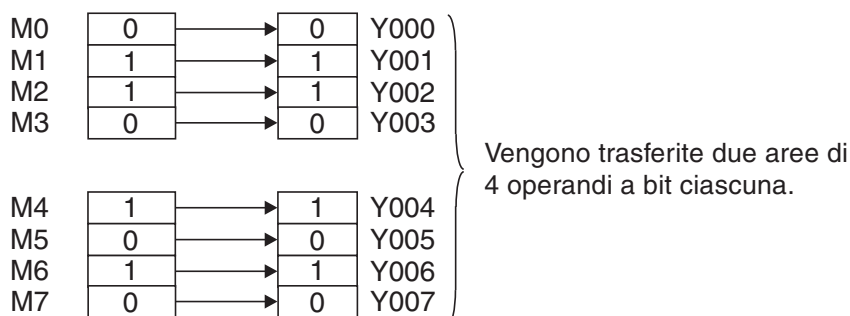
❷ Destinazione dati (operando a 16 bit; viene indicato il 1° operando dell'area di destinazione)

❸ Numero degli elementi da trasferire (max. 512)

Con gli operandi sopra indicati risulta la seguente funzione:

Anche un'istruzione BMOV può essere eseguita con fronte di comando; in questo caso viene programmata come istruzione BMOVP (v. par. 5.2.1).

Se si vogliono trasferire gruppi di operandi a bit con un'istruzione BMOV, i fattori "K" di sorgente dati e destinazione dati devono essere identici.

Esempio

BMOV K1M0 K1Y0 K2

5.2.4 Trasferimento di dati uguali in più operandi di destinazione (FMOV)

Con un'istruzione FMOV viene riportato in più operandi consecutivi a parola o doppia parola il contenuto di un operando a parola o doppia parola oppure una costante. Si possono così eliminare, per esempio, tabelle di dati oppure portare registri di dati a un valore iniziale definito.

Diagramma a scale

0 ─┤ ├──── [FMOV D4 D250 K20]

❶ ❷ ❸

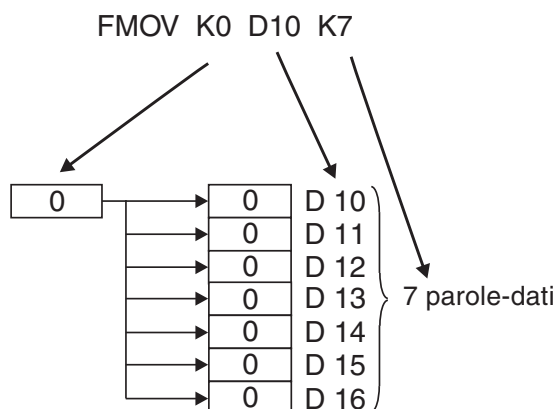
Elenco istruzioni

0	FMOV	D4	D250	K20
		❶	❷	❸

❶ Dati che si vogliono trasferire negli operandi di destinazione; si possono indicare anche delle costanti

❷ Destinazione dati (viene indicato il 1° operando dell'area di destinazione)

❸ Numero degli elementi da scrivere dell'area di destinazione (max. 512)

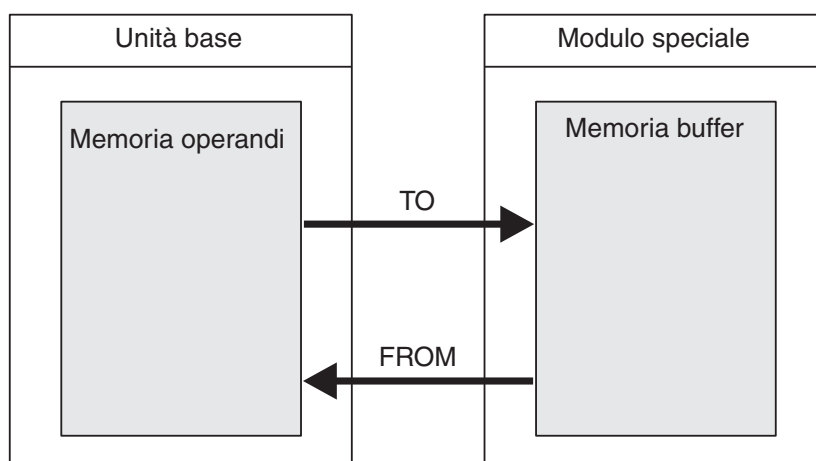
Nell'esempio che segue, in 7 elementi viene riportato il valore "0":

Se si inserisce un'istruzione FMOV come istruzione FMOVP, il trasferimento dei dati ha luogo con fronte di comando (v. descrizione dell'istruzione MOV al par. 5.2.1).

Dovendo trasferire dati a 32 bit, all'istruzione si deve anteporre una "D" (DFMOV o DFMOVP).

5.2.5 Scambio di dati con moduli speciali

Ad eccezione della serie FX1S, è possibile aumentare il numero degli ingressi e uscite digitali di tutte le unità base della famiglia FX MELSEC, collegando unità di espansione. Oltre a ciò si può ampliare ancora l'entità delle funzioni del controllore con l'installazione di cosiddetti moduli speciali. I moduli speciali rilevano, ad esempio, valori analogici,quali correnti o tensioni, regolano temperature o svolgono la comunicazione con unità esterne.

Mentre per le espansioni digitali non sono richieste istruzioni particolari (gli ingressi e uscite supplementari vengono trattati esattamente come gli ingressi e uscite dell'unità base), per lo scambio di dati tra l'unità base e un modulo speciale vengono utilizzate due istruzioni applicative: l'istruzione FROM e l'istruzione TO.

Nel modulo speciale è ricavata un'area di memoria, in cui vengono temporaneamente salvati – bufferizzati -, per esempio, valori analogici di misura o dati ricevuti. Data questa funzione, quest'area di memoria è definita "area buffer". All'area buffer di un modulo speciale può accedere anche l'unità base e leggere, per esempio, valori di misura o dati ricevuti, ma anche riportarvi dei dati, che poi il modulo speciale elaborerà ulteriormente (impostazioni per il funzionamento del modulo speciale, dati di trasmissione, ecc.)

Una memoria buffer può essere costituita da singole celle di memoria (fino a 32767). Ciascuno di questi indirizzi di memoria buffer può contenere 16 bit di informazioni. La funzione di un indirizzo di memoria buffer dipende dal tipo di modulo speciale e può essere ricavata dal manuale d'uso dei singoli moduli speciale.

Indirizzo memoria buffer 0
Indirizzo memoria buffer 1
Indirizzo memoria buffer 2
:
:
Indirizzo memoria buffer n-1
Indirizzo memoria buffer n

Per una corretta funzione, l'istruzione FROM o TO ha bisogno di determinati dati:

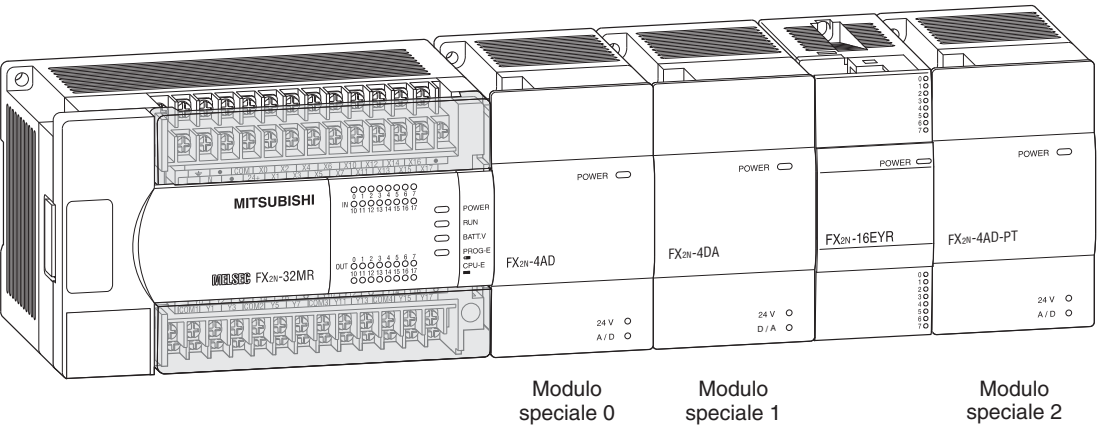
– Da quale modulo speciale si vogliono leggere i dati o in quale modulo speciale si vogliono trasferire dati?

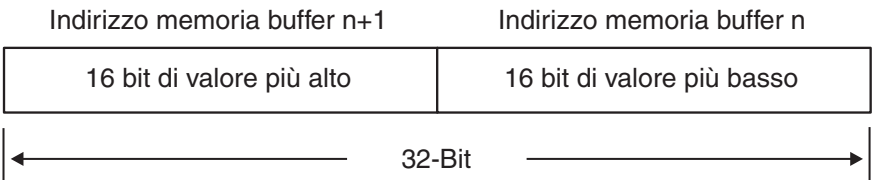
– Qual è il primo indirizzo di memoria buffer, da cui si vogliono leggere dati o in cui si vogliono riportare dati?

– Da quanti indirizzi di memoria buffer si vogliono leggere dati o in quanti indirizzi si vogliono riportare dati?

– Dove si vogliono raccogliere nell'unità base i dati provenienti dalla memoria buffer o dove sono memorizzati i dati, che si vogliono trasferire al modulo speciale?

Indirizzo modulo speciale

In caso di più moduli speciali, per trasferire i dati nel modulo esatto o per leggerli dal modulo giusto, è necessario individuare il modulo in modo particolare. A tal fine, a ogni modulo speciale è dato automaticamente un numero che va da 0 a 7. (Si possono collegare al PLC al massimo 8 moduli speciali). I numeri sono assegnati in modo progressivo e la numerazione ha inizio con il modulo che viene collegato per primo al PLC.

Indirizzo di partenza nella memoria buffer

Ciascuno degli indirizzi di memoria buffer (fino a 32767) può avere un indirizzo decimale, che va da 0 a 32766 (FX1N: da 0 a 31). I dati a 32 bit vengono stoccati nella memoria buffer in modo che la cella di memoria con l'indirizzo più basso contenga i 16 bit di valore inferiore e l'indirizzo di memoria buffer successivo i 16 bit di valore più alto.

Come indirizzo di partenza per i dati a 32 bit si deve perciò sempre indicare l'indirizzo che contiene i 16 bit di valore più basso.

Numero dei dati da trasferire

Il numero dei dati si riferisce alle unità dati da trasferire. Quando un'istruzione FROM o TO viene eseguita come istruzione a 16 bit, questo dato corrisponde al numero delle parole che viene trasferito. Con un'istruzione a 32 bit nella forma DFROM o DTO si indica il numero delle doppie parole da trasferire.

Il valore che si può indicare per la quantità dei dati dipende da quale PLC viene utilizzato e da come viene eseguita l'istruzione FROM, se a 16 o a 32 bit:

PLC utilizzato	Limiti consentiti per il "numero di dati da trasferire"	
	Istruzione a 16 bit (FROM,TO)	Istruzione a 32 bit (DFROM,DTO)
FX2N	da 1 a 32	da 1 a 16
FX2NC	da 1 a 32	da 1 a 16
FX3U	da 1 a 32767	da 1 a 16383

Destinazione o sorgente dati nell'unità base

Nella maggior parte dei casi, i dati sono letti da registri e trasferiti a un modulo speciale oppure trasferiti dalla memoria buffer di quest'ultimo nell'area registro dati dell'unità base. Come destinazione o sorgente dati possono però anche fungere uscite e flag, oppure valori reali di timer e contatori.

Esecuzione delle istruzioni con fronte di comando

Quando alla sigla dell'istruzione viene aggiunta una "P", il trasferimento dei dati ha luogo con fronte di comando (v. descrizione dell'istruzione MOV al par. 5.2.1).

L'istruzione FROM in dettaglio

Con un'istruzione FROM si trasferiscono dati dalla memoria buffer di un modulo speciale nell'unità base. In questo caso, il contenuto della memoria buffer non cambia; vengono copiati i dati.

Diagramma a scale

```
0 |--| |--------[FROM K0 K9 D0 K1]--|
                      ❶  ❷  ❸  ❹
```

Elenco istruzioni

```
0 FROM K0 K9 D0 K1
       ❶  ❷  ❸  ❹
```

❶ Indirizzo modulo speciale (da 0 a 7)

❷ Indirizzo di partenza nella memoria buffer (FX1N: da 0 a 31, FX2N, FX2NC e FX3U: da 0 a 32766) L'indicazione può essere data da una costante o un registro dati, che contiene il valore dell'indirizzo.

❸ Destinazione dati nell'unità base

❹ Numero dei dati da trasferire

Nell'esempio illustrato sopra, dal modulo convertitore analogico/digitale FX2N-4AD con l'indirizzo 0 si trasferisce il valore reale del canale 1 dall'indirizzo di memoria buffer 9 nel registro dati D0.

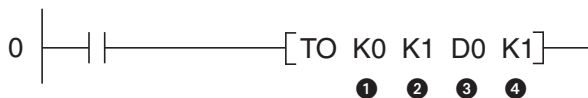
Nell'esempio che segue per un'istruzione a 32 bit, vengono letti dati dal modulo speciale con l'indirizzo 2. A partire dall'indirizzo di memoria buffer 8 vengono lette 4 doppie parole, che vengono salvate nell'unità base nei registri dati da D8 a D15.

```
0 |--| |--------[DFROM K2 K8 D8 K4]--|
```

Nell'ultimo esempio è stata programmata un'istruzione FROMP. In tal modo, i contenuti dei quattro indirizzi di memoria buffer da 0 a 3 vengono riportati nei registri dati da D10 a D13 solo quando lo stato di segnale della condizione d'ingresso passa da "0" a "1".

```
0 |--| |--------[FROMP K0 K0 D10 K4]--|
```

L'istruzione TO in dettaglio

Con un'istruzione TO vengono trasferiti dati dall'unità base nella memoria buffer di un modulo speciale. In questo processo di copiatura, il contenuto della sorgente dati non viene modificato.

❶ Indirizzo modulo speciale (da 0 a 7)

❷ Indirizzo di partenza nella memoria buffer (FX1N: da 0 a 31, FX2N, FX2NC e FX3U: da 0 a 32766)

❸ Sorgente dati nell'unità base

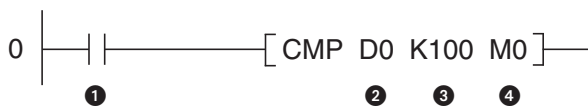
❹ Numero dei dati da trasferire

Nell'esempio sopra illustrato, il contenuto del registro dati D0 viene trasferito nell'indirizzo di memoria buffer 1 del modulo speciale con indirizzo 0.

5.3 Istruzioni di confronto

Per verificare nel programma lo stato di operandi a bit, quali ingressi o flag, sono sufficienti le istruzioni logiche di base, in quanto questi operandi possono assumere solo i due stati "0" e "1". Spesso, però, occorre verificare nel programma il contenuto di un operando a parola e avviare, a seconda dell'esito, un dato intervento, quale ad esempio l'inserimento di un ventilatore di raffreddamento al superamento di una data temperatura. I controllori della famigla FX MELSEC offrono diverse possibilità per il confronto di dati.

5.3.1 L'istruzione CMP

Con l'istruzione CMP vengono confrontati due valori numerici. Questi valori possono essere delle costanti oppure i contenuti di registri di dati. È però anche possibile indicare valori effettivi di timer o contatori. A seconda del risultato del confronto (maggiore, minore o uguale) si abilita uno di tre operandi a bit.

❶ Condizione di ingresso

❷ Primo valore di confronto

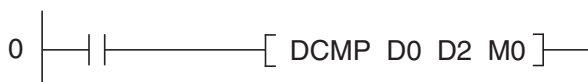
❸ Secondo valore di confronto

❹ Primo di tre flag o uscite consecutive, che vengono abilitati in funzione del risultato del confronto (stato del segnale "1")
1° operando: ON, se valore di confronto 1 > valore di confronto 2
2° operando: ON, se valore di confronto 1 = valore di confronto 2
3° operando: ON, se valore di confronto 1 < valore di confronto 2

In questo esempio, l'istruzione CMP comanda i flag M0, M1 e M2. M0 è "1", quando il valore presente in D0 è maggiore di 100, M1 è "1", quando il valore presente in D0 è uguale a "100"; M2 si abilita, quando in D0 è memorizzato un valore minore di "100".

Anche una volta disabilitata la condizione d'ingresso, lo stato dei tre operandi a bit si conserva, in quanto viene memorizzato il loro ultimo stato.

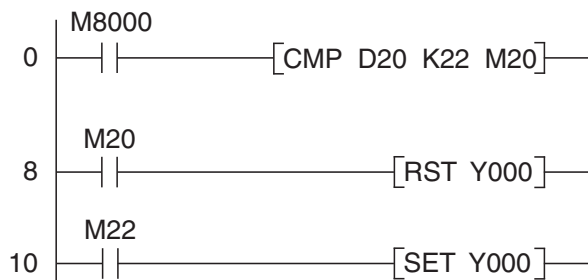
Per confrontare dati a 32 bit, si richiama l'istruzione CMP come istruzione DCMP, anteponendole una "D":

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

Nell'esempio sopra raffigurato, si confronta il contenuto di D0 e D1 con il contenuto di D2 e D3. Il controllo dei tre operandi a bit è conforme all'istruzione CMP.

Esempio di applicazione

Con un'istruzione CMP si può realizzare velocemente una semplice regolazione a due posizioni.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

In quest'esempio, l'istruzione CMP viene elaborata in modo ciclico. Quando il PLC elabora il programma, M8000 è sempre "1", Il registro D20 contiene il valore effettivo della temperatura ambiente. La costante K22 imposta il set point a 22°C. I flag M20 e M22 indicano il superamento o il non raggiungimento del set point. Se l'ambiente è troppo caldo, viene esclusa l'uscita Y0. Con temperatura troppo bassa, invece, tramite M22 si riabilita l'uscita Y0. Con quest'uscita è possibile, per esempio, comandare una pompa, che provvede a fornire acqua calda.

5.3.2 Confronti all'interno di collegamenti logici

Nel caso dell'istruzione CMP sopra descritta, il risultato del confronto viene indicato attraverso tre operandi a bit. Spesso, però, si vorrebbe sottoporre a un confronto solo un'istruzione di uscita o un collegamento, non impegnando per questo tre operandi. A tal fine sono disponibili le istruzioni "carica confronto" ed anche i confronti lincati AND e OR.

Confronto all'inizio di un collegamento

Diagramma a scale — Elenco istruzioni

0 [>= D40 D50] ( ) — 0 LD>= D40 D50

❶ ❷ ❸ — ❶ ❷ ❸

❶ Condizione di confronto

❷ Primo valore di confronto

❸ Secondo valore di confronto

Se la condizione d'ingresso è soddisfatta, lo stato di segnale dopo l'istruzione di confronto è uguale a "1". Lo stato di segnale "0" indica che il confronto non è soddisfatto. Sono possibili i seguenti confronti:

– Confronto su "uguale": **=** (valore confronto 1 = valore confronto 2)

  L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se i valori dei due operandi sono di grandezza uguale.

– Confronto su "maggiore": **>** (valore di confronto 1 > valore di confronto 2)

  L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è minore del 2° valore di confronto.

– Confronto su "minore": **<** (valore di confronto 1 < valore di confronto 2)

  L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è minore del 2° valore di confronto.

– Confronto su "diverso": **<>** (valore di confronto 1 diverso dal val. di confr. 2)

  L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° e il 2° valore di confronto sono dissimili.

– Confronto su "minore-uguale": **<=** (valore di confronto 1<= valore di confronto 2)

  L'output dell'istruzione presenta lo stato di segnale "1" se il 1° valore di confronto è minore o uguale al 2° valore di confronto.

– Confronto su "maggiore-uguale": **>=** (valore di confronto 1 ≥ valore di confronto 2)

  L'output dell'istruzione presenta lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è maggiore o uguale al 2° valore di confronto.

Se si vogliono confrontare dati a 32 bit, all'istruzione deve essere aggiunta una "D" (per "doppia parola"):

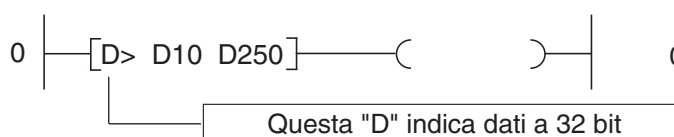
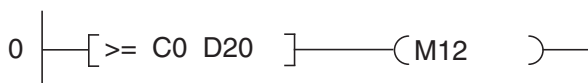



Diagramma a scale — Elenco istruzioni

In questo esempio si controlla se il contenuto dei registri dati D10 e D11 è più grande del contenuto dei registri D250 e D251.

Altri esempi:

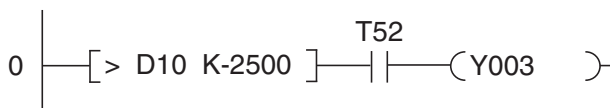
Diagramma a scale

```
0 ─[>= C0 D20 ]──(M12 )─
```

Elenco istruzioni

0	LD>=	C0	D20
5	OUT	M12	

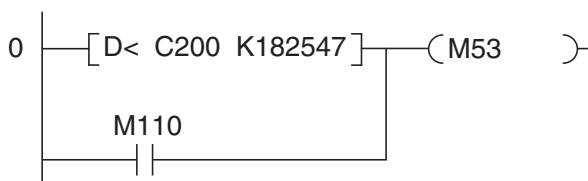
Il flag M12 ha lo stato di segnale "1", se lo stato dei contatori di C0 corrisponde o è maggiore del contenuto di D20.

Diagramma a scale

```
                       T52
0 ─[> D10 K-2500 ]──┤ ├──(Y003 )─
```

Elenco istruzioni

0	LD>	D10	K-2500
5	AND	T52	
6	OUT	Y003	

Se il contenuto di D10 è maggiore di -2500 e il timer T52 è scaduto, si abilita l'uscita Y003.

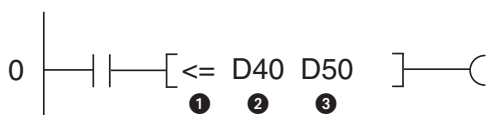
Diagramma a scale

Elenco istruzioni

0	LDD<	C200	K182547
9	OR	M110	
10	OUT	M53	

Se lo stato del conteggio del contatore C200 a 32 bit è inferiore a 182547 oppure il flag M110 ha lo stato di segnale "1", M53 diventa "1".

Confronto come link AND

Diagramma a scale

```
0 ─┤ ├─[<= D40 D50 ]──(  )─
        ❶   ❷   ❸
```

Elenco istruzioni

0	LD		...
1	AND<=	D40	D50
	❶	❷	❸

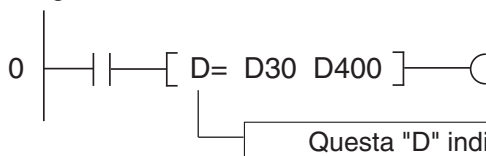
❶ Condizione di confronto

❷ Primo valore di confronto

❸ Secondo valore di confronto

Un confronto con link AND può essere utilizzato nel programma come una normale istruzione AND (v. cap. 3).

Le possibilità di confronto corrispondono a quelle dei confronti sopra descritti all'inizio di un collegamento. Anche con un collegamento AND si possono confrontare valori a 32 bit:

Diagramma a scale Elenco istruzioni

Confronto come link OR

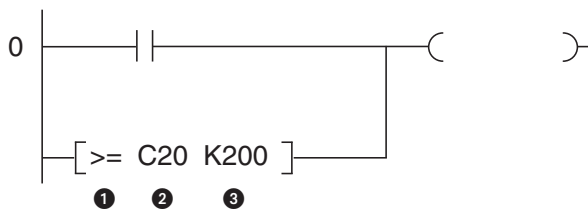



Diagramma a scale / Elenco istruzioni

```
0   LD      ...
1   OR>=    C20     K200
    ❶       ❷       ❸
```

❶ Condizione di confronto

❷ Primo valore di confronto

❸ Secondo valore di confronto

Nel programma è possibile utilizzare un confronto con link OR come un'istruzione OR (v. cap. 3).

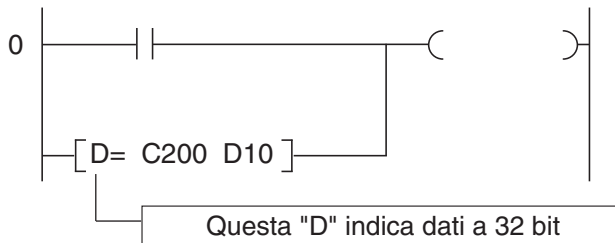
Per i confronti valgono di nuovo le condizioni descritte in precedenza. Per il confronto di dati a 32 bit si aggiunge, come per le altre istruzioni di confronto, una "D":

Diagramma a scale / Elenco istruzioni

0

[D= C200 D10]

```
0   LD              ...
1   ORD=    C200    D10
```

Questa "D" indica dati a 32 bit

5.4 Istruzioni aritmetiche

Tutti i controllori della famiglia FX MELSEC gestiscono le quattro operazioni di calcolo fondamentali e possono sommare, sottrarre, moltiplicare e dividere numeri senza mettere la virgola. Le relative istruzioni sono descritte in questo paragrafo.

Le unità base della serie FX2N, FX2NC, FX3G, FX3U e FX3UC possono inoltre anche elaborare numeri a virgola mobile. Allo scopo sono necessarie istruzioni particolari, che sono ampiamente illustrate nel manuale di programmazione della famiglia FX.

Dopo un'addizione o sottrazione, nel programma occorrerebbe controllare gli stati dei flag speciali sotto indicati, per stabilire se con l'operazione di calcolo i valori hanno superato i limiti consentiti o se il risultato è "0".

- M8020

  Questo flag speciale ha lo stato di segnale "1", se il risultato di un'addizione o sottrazione è "0".

- M8021

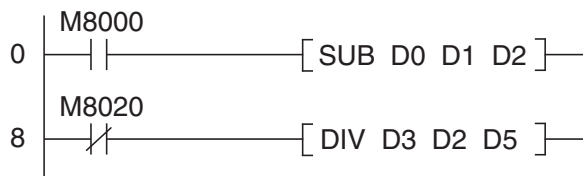
  Se il valore di un'addizione o sottrazione è minore di -32 767 (operazione a 16 bit) oppure inferiore a -2 147 483 648 (operazione a 32 bit), lo stato di segnale di M8021 diventa "1".

- M8022

  Se il risultato supera il valore di +32 767 (operazioni a 16 bit) oppure di +2 147 483 647 (operazioni a 32 bit), M8022 ha lo stato di segnale "1".

Questi flag speciali possono essere utilizzati nel programma come autorizzazione ad ulteriori operazioni di calcolo. Nel calcolo che segue, il risultato della sottrazione in D2 viene utilizzato come divisore. Non è però possibile dividere per "0": si avrebbe un errore. La divisione viene perciò eseguita, se il divisore non è "0".

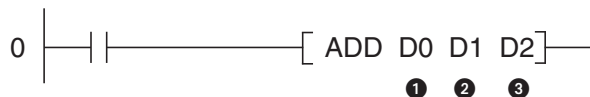
Diagramma a scale

```
    M8000
0 ──┤ ├──────────────[SUB  D0  D1  D2 ]──
    M8020
8 ──┤/├──────────────[DIV  D3  D2  D5 ]──
```

Elenco istruzioni

0	LD	M8000		
1	SUB	D0	D1	D2
8	LDI	M8020		
9	DIV	D3	D2	D5

5.4.1 Addizione

Con un'istruzione ADD vengono sommati due valori a 16 o a 32 bit, caricando il risultato in un altro operando.

Diagramma a scale | Elenco istruzioni

❶ Primo operando sorgente o costante

❷ Secondo operando sorgente o costante

❸ Operando, in cui viene riportato il risultato dell'addizione

Nell'esempio sopra raffigurato, vengono sommati i contenuti dei registri dati D0 e D1 e memorizzato il risultato in D2.

Esempi

Al contenuto del registro dati D100 viene sommato il valore "1000":

ADD K1000 D100 D102 ➡ 1000 + D 100 [53] → D 102 [1053]

Nell'addizione vengono considerati i segni dei valori:

ADD D10 D11 D12 ➡ D 10 [5] + D 11 [-8] → D 12 [-3]

È possibile anche addizionare valori a 32 bit. In questo caso, all'istruzione viene anteposta una "D" (ADD -> DADD)

DADD D0 D2 D4 ➡ D 1 D 0 [65238] + D 3 D 2 [27643] → D 5 D 4 [92881]

Il risultato può anche essere riportato di nuovo in uno degli operandi sorgente. Vogliate però tenere presente che il risultato cambia ad ogni ciclo di programma, se l'istruzione ADD viene eseguita ciclicamente.

ADD D0 K25 D0 ➡ D 0 [18] + 25 → D 0 [43]

Anche un'istruzione ADD può essere eseguita con fronte di comando – vale a dire solo una volta, quando lo stato del segnale della condizione d'ingresso passa da "0" a "1". Aggiungete semplicemente allo scopo una "P" all'istruzione (ADD -> ADDP, DADD -> DADDP).

Nell'esempio che segue, al valore di D47 viene sommata la costante "27" solo una volta nel ciclo di programma in cui lo stato di segnale del flag M47 passa da "0" a "1".

Diagramma a scale

0 ─┤M47├─ [ADDP D47 K27 D51]

Elenco istruzioni

0	LD	M47		
1	ADDP	D47	K27	D51

5.4.2 Sottrazione

Per sottrarre due valori numerici (contenuti di operandi a 16 o 32 bit oppure costanti), si utilizza l'istruzione SUB. Il risultato della sottrazione viene caricato in un terzo operando.

❶ Minuendo (si detrae da questo valore)

❷ Sottraendo (si detrae questo valore)

❸ Differenza (risultato della sottrazione)

Con l'istruzione sopra descritta, il contenuto di D1 viene sottratto dal contenuto di D0 e il risultato viene caricato in D2.

Esempi

Dal contenuto del registro dati D100 si sottrae il valore "100" e si salva il risultato in D101:

SUB D100 K100 D101 ➡ D 100 [247] – 100 → D 101 [147]

I valori vengono sottratti, tenendo conto del segno:

SUB D10 D11 D12 ➡ D 10 [5] – D 11 [-8] → D 12 [13]

Volendo sottrarre valori a 32 bit, si antepone all'istruzione una "D" (SUB -> DSUB)

DSUB D0 D2 D4 ➡ D 1 D 0 [65238] – D 3 D 2 [27643] → D 5 D 4 [37595]

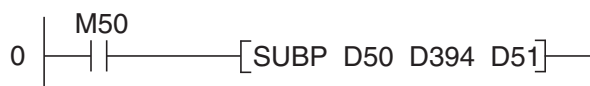
Si può anche riportare di nuovo il risultato in uno degli operandi sorgente. Se l'istruzione SUB viene eseguita ciclicamente, il contenuto di questo operando varia ad ogni modo ad ogni ciclo di programma.

SUB D0 K25 D0 ➡ D 0 [197] – 25 → D 0 [172]

Un'istruzione SUB è eseguibile anche con fronte di comando. In questo caso, all'istruzione si aggiunge una "P" (SUB -> SUBP, DSUB -> DSUBP).

Nell'esempio che segue, il contenuto di D394 viene sottratto solo una volta dal contenuto di D50 nel ciclo di programma, in cui lo stato del segnale del flag M50 passa da "0" a "1".

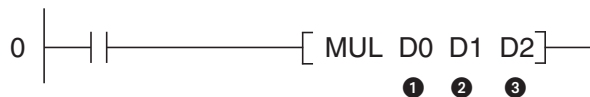
Diagramma a scale

0 M50 [SUBP D50 D394 D51]

Elenco istruzioni

0	LD	M50		
1	SUBP	D50	D394	D51

5.4.3 Moltiplicazione

Con un'istruzione MUL, il controllore FX moltiplica due valori a 16 o 32 bit e carica il risultato in un terzo operando.

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

❶ Moltiplicando

❷ Moltiplicatore

❸ Prodotto (moltiplicando x moltiplicatore = prodotto)

NOTA

Con la moltiplicazione di due valori a 16 bit il risultato può superare l'area rappresentabile con 16 bit. Per questa ragione, il prodotto viene sempre memorizzato in due operandi consecutivi a 16 bit (= 32 bit)

Se si moltiplicano due valori a 32 bit, il risultato viene caricato in quattro operandi consecutivi a 16 bit (= 64 bit).

Vogliate tenere conto nella programmazione della grandezza delle aree di questi operandi, evitando una doppia occupazione con intersecazioni di aree. Nell'istruzione viene sempre indicato l'operando che contiene i dati di valore minore.

Esempi

Moltiplicazione dei contenuti di D0 e D1 e memorizzazione del risultato in D3 e D2:

MUL D0 D1 D2 ➡ D 0 [1805] x D 1 [481] → D 3 D 2 [868205]

La moltiplicazione si esegue, tenendo conto dei segni. In quest'esempio si moltiplica il contenuto di D10 per la costante "-5":

MUL D10 K-5 D20 ➡ D 10 [8] x -5 → D 21 D 20 [-40]

Per la moltiplicazione di valori a 32 bit si antepone una "D" all'istruzione (MUL -> DMUL).

DMUL D0 D2 D4 ➡ D 1 D 0 [65238] x D 3 D 2 [27643] → D 7 D 6 D 5 D 4 [1803374034]

Aggiungendo una "P" all'istruzione MUL (MUL -> MULP, DMUL -> DMULP), la stessa viene eseguita con fronte di comando. La sottostante moltiplicazione ha luogo solo con l'abilitazione dell'ingresso X24:

Diagramma a scale

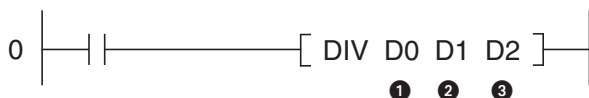
0 —| X24 |— [MULP D25 D300 D26]

Elenco istruzioni

```
0  LD    X24
1  MULP  D25   D300   D26
```

5.4.4 Divisione

Per dividere due numeri (contenuti di operandi a 16 o 32 bit o costanti), nei controllori della famiglia FX MELSEC è a vostra disposizione l'istruzione DIV. Non potendo elaborare con quest'istruzione alcun numero con la virgola, anche il risultato della divisione è sempre un intero. Il resto non divisibile viene salvato a parte.

Diagramma a scale / Elenco istruzioni

❶ Dividendo

❷ Divisore

❸ Quoziente (risultato della divisione: dividendo ÷ divisore = quoziente)

NOTE

Il divisore non deve assumere il valore "0". La divisione per "0" non è possibile e porta a un errore.

Quando si dividono due valori a 16 bit, il quoziente viene caricato in un operando a 16 bit e il resto non divisibile nell'operando successivo. Per il risultato di una divisione si occupano perciò sempre due operandi a 16 bit (= 32 bit).

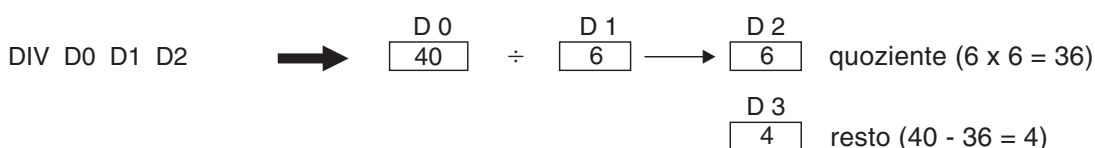
Con la divisione di due valori a 32 bit, il quoziente viene riportato in due operandi a 16 bit e il resto non divisibile nei due operandi a 16 bit seguenti. Con questo tipo di divisione, per il risultato sono sempre necessari quattro operandi consecutivi a 16 bit (= 64 Bit).

Vogliate tenere conto nella programmazione della grandezza richiesta per le aree di questi operandi, evitando una doppia occupazione con intersecazioni di aree. Nell'istruzione viene sempre indicato l'operando, che contiene i dati di valore minore.

Esempi

Il contenuto di D0 viene diviso per il contenuto di D1 e il risultato viene memorizzato in D2 e D3:

DIV D0 D1 D2 ➡ D 0: 40 ÷ D 1: 6 → D 2: 6 quoziente (6 x 6 = 36)

D 3: 4 resto (40 - 36 = 4)

Nella divisione si tiene conto dei segni. In quest'esempio si divide lo stato del conteggio di C0 per il contenuto di D10:

DIV C0 D10 D200 ➡ C 0: 36 ÷ D 10: -5 → D 200: -7 quoziente

D 201: 1 resto

Divisione di valori a 32 bit:

DDIV D0 D2 D4 ➡ [D1 D0: 65238] ÷ [D3 D2: 27643] → [D5 D4: 2] quoziente

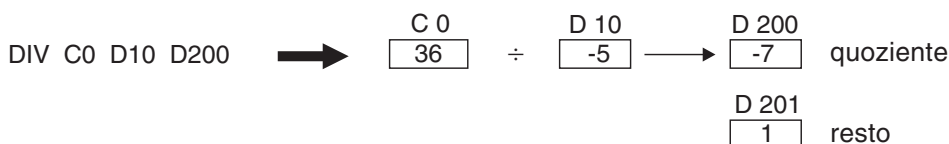
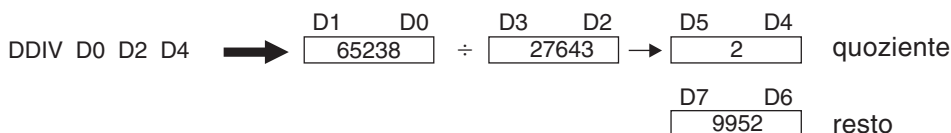
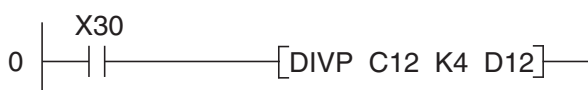
[D7 D6: 9952] resto

Aggiungendo la lettera "P" ad un'istruzione DIV (DIV -> DIVP, DDIVPL -> DMULP), questa viene eseguita con fronte di comando. Nell'esempio di programma che segue, lo stato del conteggio di C12 viene diviso per "4" solo nel ciclo di programma, in cui è abilitato anche l'ingresso X30:

Diagramma a scale

0 X30 [DIVP C12 K4 D12]

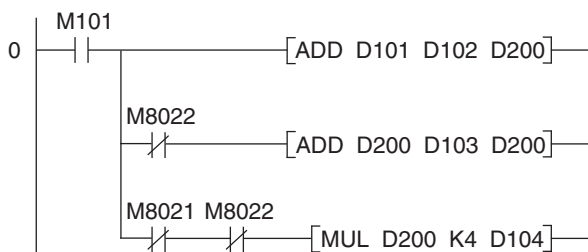
Elenco istruzioni

```
0  LD    X30
1  DIVP  C12   K4   D12
```

5.4.5 Combinazione di istruzioni aritmetiche

In pratica solo di rado si riesce a venirne fuori con un solo calcolo. Per risolvere compiti complessi è possibile combinare istruzioni aritmetiche. A seconda del tipo di calcolo si devono prevedere operandi di memorizzazione di risultati provvisori.

L'addizione dei contenuti dei registri dati D101, D102 ed anche D103 e la conseguente moltiplicazione per il fattore "4" potrebbe, per esempio, essere realizzata in questo modo:

Diagramma a scale

Elenco istruzioni

```
0   LD   M101
1   ADD  D101   D102   D200
8   MPS
9   ANI  M8022
10  ADD  D200   D103   D200
17  MPP
18  ANI  M8021
19  ANI  M8022
20  MUL  D200   K4     D104
```

- Prima si sommano i contenuti di D101 e D102, salvando provvisoriamente il risultato in D200.
- Solo se la somma dei contenuti di D101 e D102 non supera l'area consentita, viene poi addizionato il contenuto di D103.
- Se la somma dei contenuti di D101 ÷ D103 sta nell'area consentita, viene moltiplicata per il fattore "4". Il risultato del calcolo viene riportato in D104 e D105.

6 Possibilità di espansione

6.1 Generalità

Accanto alle unità base sono disponibili unità di espansione e moduli speciali per un ulteriore ampliamento del sistema PLC.

Questi moduli sono classificati in base alle tre seguenti categorie:

- Moduli, che impegnano ingressi/uscite digitali (installabili sul controllore, lato destro). Ne fanno parte le espansioni digitali compatte e modulari ed anche i moduli speciali.
- Moduli, che non impegnano ingressi/uscite digitali (installabili sul controllore, lato sinistro).
- Adattatori d'interfaccia e comunicazione, che non impegnano ingressi/uscite digitali (integrabili direttamente nel controllore).

6.2 In sintesi

6.2.1 Moduli di espansione per ulteriori ingressi e uscite digitali

Per espandere le unità base MELSEC FX1N-/FX2N-/FX2NC/FX3G/FX3U e FX3UC sono disponibili diverse unità di espansione, modulari e compatte. È inoltre possibile ampliare con ingressi e uscite digitali le unità base della serie FX1S, FX1N, FX3G e FX3U tramite adattatori di espansione, utilizzati direttamente nel controllore. Questi adattatori sono particolarmente convenienti quando si abbia necessità di solo pochi I/O supplementari e non sia sufficiente lo spazio per un modulo installabile a lato.

Le unità di espansione modulari includono solo ingressi/uscite digitali e non dispongono di una alimentazione elettrica propria; le unità di espansione compatte contengono un maggior numero di ingressi/uscite e un alimentatore integrato, per rifornire il bus di sistema e gli ingressi digitali.

Il gran numero di possibili combinazioni delle unità base e di espansione garantisce che si trovi la migliore soluzione in termini economici ad ogni tipo di problema.

6.2.2 Moduli ingressi/uscite analogici

I moduli ingressi/uscite analogici sono in grado di trasformare segnali analogici d'ingresso in valori digitali ovvero stati d'ingressi digitali in segnali analogici.

A questo fine è disponibile una serie di moduli per segnali di corrente/tensione come anche per il rilevamento della temperatura, con possibilità di collegare direttamente termometri a resistenza Pt100 o termocoppie.

Al capitolo 7 vengono spiegati gli aspetti base dell'elaborazione di valori analogici.

6.2.3 Moduli di comunicazione

Mitsubishi offre una serie di moduli d'interfaccia e adattatori con interfacce seriali (RS232, RS422 e RS485) per collegare unità periferiche o abbinare controllori.

Speciali moduli di comunicazione consentono d'integrare le unità MELSEC FX_{1N}, FX_{2N}, FX_{2NC}, FX_{3G}, FX_{3U} e FX_{3UC} in reti diverse.

Sono disponibili moduli di rete per Profibus/DP, AS-I, DeviceNet, CANopen, CC-Link ed anche moduli per realizzare reti Mitsubishi proprie.

6.2.4 Moduli di posizionamento

Oltre ai veloci contatori interni delle unità MELSEC FX sono a disposizione dell'utente ulteriori moduli di calcolo ad alta velocità, quali contatori hardware esterni, con la possibilità di collegare trasduttori incrementali di velocità o moduli di posizionamento per servo-azionamenti o azionamenti a passo.

Per svolgere compiti di posizionamento di precisione in abbinamento con la famiglia MELSEC FX, sono disponibili moduli di posizionamento per l'output di catene di impulsi. Con l'ausilio di questi moduli è possibile gestire sia azionamenti a passo sia servo-azionamenti.

6.2.5 Unità di gestione MMI

Con le unità di gestione Mitsubishi Electric si consentono all'utente facilità e flessibilità di dialogo uomo-macchina con la serie MELSEC FX. Le unità di gestione portano trasparenza nei cicli funzionali di un impianto.

Tutte le unità consentono di monitorare e modificare tutti i dati specifici del PLC, quali i valori nominali/reali di timer, contatori, registri dati e istruzioni di comando passo-passo.

Le unità di gestione MMI sono disponibili, a scelta, con rappresentazione come testo e/o grafica. Tasti funzione liberamente programmabili o schermi sensibili al tatto (touchscreen) migliorano il comfort dell'operatore. La programmazione e la configurazione sono di facile e agevole realizzazione tramite un PC Windows®.

La comunicazione delle unità di gestione con il PLC FX avviene attraverso l'interfaccia di programmazione del controllore, per mezzo del relativo cavo. Non c'è bisogno di alcun modulo supplementare di collegamento al PLC.

7 Elaborazione di valori analogici

7.1 Moduli analogici

Nell'automazione di un processo occorre spesso misurare e controllare o regolare grandezze analogiche, quali ad esempio temperature, pressioni o livelli di pieno. Senza moduli aggiuntivi, un'unità base della famiglia FX MELSEC può elaborare solo segnali d' ingresso od uscita digitali (informazioni IN/OUT). Per rilevare ed emettere segnali analogici sono quindi richiesti moduli analogici particolari.

Fondamentalmente è possibile distinguere tra:

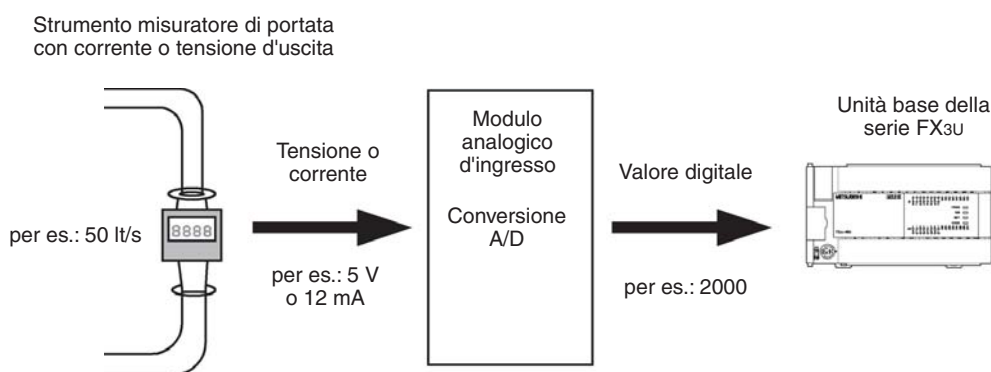
- moduli analogici d'ingresso, e
- moduli analogici d'uscita.

Moduli analogici d'ingresso possono rilevare correnti, tensioni o temperature. Moduli analogici d'uscita servono per l'output di correnti o tensioni. Oltre a questi, ci sono anche moduli combinati, che possono rilevare ed emettere segnali analogici.

Moduli analogici d'ingresso

Moduli analogici d'ingresso trasformano un valore di misura analogico (per es.: 10 V) in un valore digitale (per es.: 4000), che può essere ulteriormente elaborato dal PLC. Questo processo è definito conversione analogica/digitale o anche, in breve, conversione A/D.

Mentre con moduli analogici della famiglia FX MELSEC le temperature sono rilevabili direttamente, altri segnali fisici, quali per esempio pressioni o portate, devono prima essere convertiti in valori di corrente o di tensione, per poter poi essere elaborati dal PLC. Di questa conversione s'incaricano dei trasduttori, che rendono disponibili alle loro uscite segnali unificati (per esempio da 0 a 10 V o da 4 a 20 mA.). Misurare una corrente ha il vantaggio che il valore di misura non subisce influenze dalla lunghezza della linea o da resistenze di contatto.

L'illustrazione che segue presenta, come esempio di rilevamento di valori analogici, una misura di portata con un PLC della serie FX3U MELSEC.

Moduli analogici d'ingresso per la misura di temperature

Per rilevare la temperatura si utilizzano o termometri a resistenza Pt100 oppure termocoppie.

- Termometro a resistenza Pt100

  Con questo tipo di rilevamento della temperatura si misura la resistenza di un elemento della scheda, la quale cresce al salire della temperatura. A 0°C l'elemento della scheda ha una resistenza di 100 Ω (da qui anche la denominazione di Pt100.) I sensori della resistenza vengono collegati con il procedimento a tre conduttori. In tal modo, la resistenza delle linee di collegamento non influenza il risultato di misura.

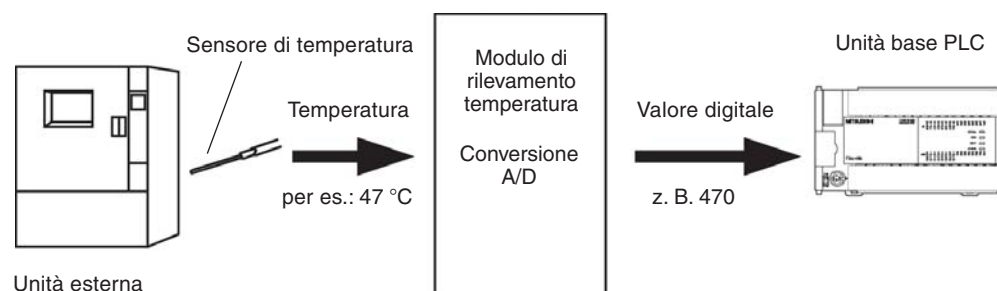
  Il campo di misura di termometri a resistenza Pt100 va da -200 °C a 600 °C, ma dipende anche dal modulo di rilevamento temperatura utilizzato.

- Termocoppie

  Con questo metodo di misura della temperatura si sfrutta il fatto che, unendo per via della temperatura metalli diversi, si genera una tensione. Questo principio di misura della temperatura si basa quindi su una misura di tensione.

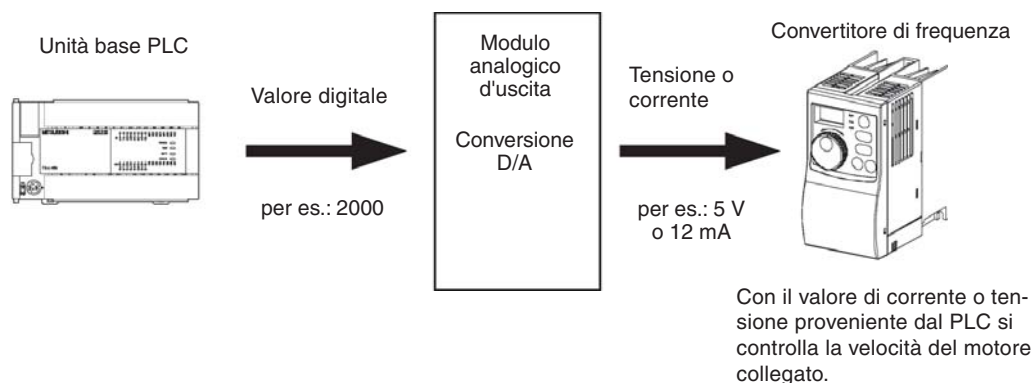
  Ci sono diversi tipi di termocoppie. Esse si distinguono per la tensione termica e per i limiti di temperatura rilevabili. La combinazione dei materiali è unificata e si indica con una denominazione omologata. Termocoppie d'uso frequente sono del tipo J e K. Le termocoppie del tipo K consistono di una combinazione di materiali al NiCr-Ni. Per la produzione di termocoppie del tipo J si combina ferro (Fe) con una lega di rame/nickel (CuNi). Le termocoppie si distinguono inoltre nella struttura per il campo di temperatura misurabile.

  Con le termocoppie si possono misurare temperature da -200 °C a 1200 °C.

Esempio di una misura di temperatura:

Moduli analogici d'uscita

I moduli analogici d'uscita convertono un valore digitale, proveniente dall'unità base del PLC, in un segnale analogico di corrente o tensione, con cui è poi possibile governare unità esterne (conversione digitale/analogica o conversione D/A).

I segnali analogici d'uscita dei moduli analogici della famiglia FX MELSEC sono conformi allo standard industriale da 0 a 10 V o da 4 a 20 mA.

L'illustrazione alla pagina seguente presenta, quale esempio applicativo, il set point d'impostazione di un convertitore di frequenza. Il valore di corrente o tensione proveniente dal PLC influenza la velocità (numero di giri) del motore collegato al convertitore di frequenza.

7.1.1 Criteri di scelta per moduli analogici

La famiglia FX MELSEC offre una grande varietà di moduli analogici. Per risolvere un determinato compito d'automazione occorre quindi operare una scelta. I criteri principali per questa decisione sono:

- Compatibilità con l'unità base del PLC

  Il modulo analogico deve poter essere combinato con l'unità base del PLC in uso. Per esempio, i moduli analogici della serie FX3U non possono essere collegati ad un'unità base della serie FX1N.

- Risoluzione

  La "risoluzione" indica quale minimo valore fisico può essere rilevato ovvero portato in uscita da un modulo analogico.

  Nei moduli analogici d'ingresso, per risoluzione s'intende la variazione della tensione, della corrente o della temperatura in ingresso, che produce un aumento o una diminuzione di "1" del valore digitale in uscita.

  Nei moduli analogici d'uscita, la risoluzione definisce la variazione del valore di tensione o di corrente all'uscita del modulo all'aumentare o diminuire di "1" del valore digitale in ingresso.

  La risoluzione è data dalla struttura interna dei moduli analogici e dipende da quanti bit sono necessari per memorizzare il valore digitale. Ad esempio, se con un convertitore A/D a 12 bit si rileva una tensione di 10 V, la tensione sarà suddivisa in 4096 passi (2^{12} = 4096, vedi par 3.3.). Si ha così una risoluzione di 10 V/4096 = 2,5 mV.

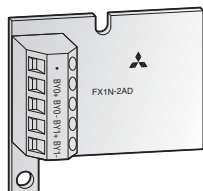
- Numero di ingressi od uscite analogiche

  Gli ingressi o le uscite di un modulo analogico sono anche definiti come canali. Secondo il numero dei canali richiesti è possibile scegliere, ad esempio, moduli analogici d'ingresso a 2, 4 o 8 canali. Tenete presente che il numero di moduli speciali collegabili ad un'unità base del PLC è limitato (vedi anche par. 7.1.2). Qualora si debbano installare altri moduli speciali ancora, è quindi più conveniente utilizzare un modulo analogico a quattro canali anziché due moduli analogici a due canali ciascuno.

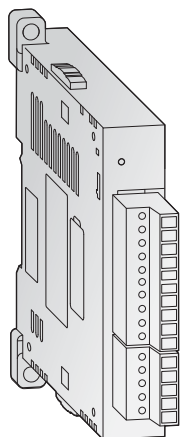
7.1.2 Adattatori, moduli d'adattamento e moduli speciali

I moduli analogici della famiglia FX MELSEC sono disponibili in diverse tipologie.

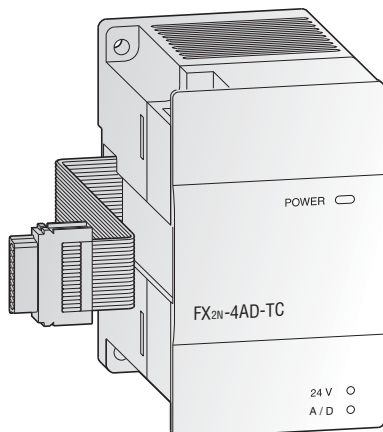
Adattatori analogici

Gli adattatori analogici sono piccole schede, che sono montate direttamente nelle unità base della serie FX1S, FX1N o FX3G. In tal modo non aumenta lo spazio richiesto dal controllore nell'armadio elettrico.

I valori digitali dei due canali di ingresso vengono registrati dall'adattatore di ingresso analogico direttamente in registri speciali. Grazie a questo l'ulteriore elaborazione dei valori di misura è particolarmente semplice.
Anche il valore di uscita per l'adattatore di uscita analogico viene scritto dal programma in un registro speciale ed infine convertito ed emesso dall'adattatore.

Moduli d'adattamento

I moduli adattatori possono essere collegati solo sul lato sinistro di una unità base della serie MELSEC FX3G, FX3U oppure FX3UC.

Sulle unità base FX3G con 14 o 24 ingressi ed uscite è possibile l'installazione di un modulo adattatore analogico. Alle unità base FX3G con 40 o 60 I/O possono essere collegati fino a due moduli adattatori analogici e ad una unità FX3U oppure FX3UC possono esserne collegati fino a quattro.
I moduli d'adattamento non occupano alcun ingresso ed uscita nell'unità base. La comunicazione tra unità base e modulo d'adattamento si svolge tramite flag e registri speciali. In tal modo, nel programma non risultano necessarie istruzioni per la comunicazione con moduli speciali (vedi sotto).

Moduli speciali

Sul lato destro di un'unità base della famiglia FX MELSEC si possono collegare fino ad otto moduli speciali.

Tra i moduli speciali annoveriamo, oltre ai moduli analogici, anche moduli di comunicazione e posizionamento, per esempio. Ogni modulo speciale occupa otto ingressi ed otto uscite nell'unità base. La comunicazione tra modulo speciale ed unità base del PLC si svolge tramite la memoria tampone del modulo speciale e si esegue con istruzioni FROM e TO (vedi par. 5.2.5).

7.2 Rassegna dei moduli analogici

Tipo di modulo		Definizione	Canali analo-gici	Campo	Risoluzione	FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Moduli analogici d'ingresso	Adattatore	FX1N-2AD-BD	2	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	○	○	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 µA (11 bit)					
		FX3G-2AD-BD	2	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	○	○	●	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 µA (11 bit)					
	Modulo d'adatta-mento	FX3U-4AD-ADP	4	Spannung: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	○	○	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	10 µA (11 bit)					
	Modulo speciale	FX2N-2AD	2	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 µA (12 bit)					
		FX2N-4AD	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	5 mV (con segno, 12 bit)	○	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	10 µA (con segno, 11 bit)					
		FX2N-8AD*	8	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,63 mV (con segno, 15 bit)	○	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	2,50 µA (con segno, 14 bit)					
		FX3U-4AD	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,32 mV (con segno, 16 bit)	○	○	○	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	1,25 µA (con segno, 15 bit)					
Moduli analogici d'uscita	Adattatore	FX1N-1DA-BD	1	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	○	○	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 µA (11 bit)					
		FX3G-1DA-BD	1	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	○	○	●	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 µA (11 bit)					
	Modulo d'adatta-mento	FX3U-4DA-ADP	4	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	○	○	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 µA (12 bit)					
	Modulo speciale	FX2N-2DA	2	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	○	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 µA, (12 bit)					
		FX2N-4DA	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	5 mV (con segno, 12 bit)	○	●	●	●	●
				Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC 4 mA fino a 20 mA DC	20 µA (10 bit)					
		FX3U-4DA	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,32 mV (con segno, 16 bit)	○	○	○	●	●
				Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC 4 mA fino a 20 mA DC	0,63 µA (15 bit)					

* Il modulo speciale FX2N-8AD può rilevare anche temperature, oltre a correnti e tensioni.

Tipo di modulo	Definizione	Canali analogici	Campo	Risoluzione	FX1S	FX1N	FX2N FX2NC	FX3G	FX3U FX3UC
Moduli analogici d'ingresso e d'uscita combinati – Modulo speciale	FX0N-3A	2 ingressi	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	40 mV (8 bit)	○	●	●	○	●
			Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	64 µA (8 bit)					
		1 uscita	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	40 mV (8 bit)					
			Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	64 µA (8 bit)					
	FX2N-5A	4 ingressi	Tensione: -100 mV fino a 100 mV DC -10 V fino a 10 V DC	50 µV (con segno, 12 bit) 0,312 mV (con segno, 16 bit)	○	●	●	●	●
			Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	10 µA/1,25 µA (con segno, 15 bit)					
		1 uscita	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	5 mV (con segno, 12 bit)					
			Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC	20 µA (10 bit)					
Moduli di rilevamento temperatura – Modulo d'adattamento	FX3U-4AD-PT-ADP	4	Termometro a resistenza Pt100 -50 °C fino a 250 °C	0,1 °C	○	○	○	●	●
	FX3U-4AD-TC-ADP	4	Termometro a resistenza Pt100 -100 °C fino a 600 °C	0,2 °C fino a 0,3 °C	○	○	○	●	●
	FX3U-4AD-PNK-ADP	4	Termometro a resistenza Pt1000 -50 °C fino a 250 °C	0,1 °C	○	○	○	●	●
			Termometro a resistenza Ni1000 -40 °C fino a 110 °C	0,1 °C	○	○	○	●	●
	FX3U-4AD-TC-ADP	4	Termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1000 °C	0,4 °C	○	○	○	●	●
			Termocoppia tipo J: -100 °C fino a 600 °C	0,3 °C					
Moduli di rilevamento temperatura – Modulo speciale	FX2N-8AD*	8	Termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1200 °C	0,1 °C	○	●	●	●	●
			Termocoppia tipo J: -100 °C fino a 600 °C	0,1 °C					
			Termocoppia tipo T: -100 °C fino a 350 °C	0,1 °C					
	FX2N-4AD-PT	4	Termometro a resistenza Pt100 -100 °C fino a 600 °C	0,2 °C fino a 0,3 °C	○	●	●	●	●
	FX2N-4AD-TC	4	Termocoppia tipo Typ K: -100 °C fino a 1200 °C	0,4 °C	○	●	●	●	●
			Termocoppia tipo J: -100 °C fino a 600 °C	0,3 °C					
Moduli di regolazione temperatura (Modulo speciale)	FX2N-2LC	2	Zum Beispiel mit einem Thermoelement Typ K: -100 °C fino a 1300 °C	0,1 °C o 1 °C (in funzione del sensore di temperatura utilizzato)	○	●	●	●	●
			Termometro a resistenza Pt100: -200 °C fino a 600 °C						

* Il modulo speciale FX2N-8AD può rilevare anche temperature, oltre a correnti e tensioni.

● : Il modulo può essere associato con un'unità base o un'unità di espansione di questa serie.

○ : Il modulo non può essere utilizzato.

Indice

L

M

N

O

P

R

S

T

SEDE CENTRALE

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **EUROPA**
German Branch
Gothaer Straße 8
D-40880 Ratingen
Telefono: +49 (0)2102 / 486-0
Fax: +49 (0)2102 / 486-1120

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **FRANCIA**
French Branch
25, Boulevard des Bouvets
F-92741 Nanterre Cedex
Telefono: +33 (0)1 / 55 68 55 68
Fax: +33 (0)1 / 55 68 57 57

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **IRLANDA**
Irish Branch
Westgate Business Park, Ballymount
IRL-Dublin 24
Telefono: +353 (0)1 4198800
Fax: +353 (0)1 4198890

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **ITALIA**
Italian Branch
Viale Colleoni 7
I-20041 Agrate Brianza (MB)
Telefono: +39 039 / 60 53 1
Fax: +39 039 / 60 53 312

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **POLONIA**
Poland Branch
Krakowska 50
PL-32-083 Balice
Telefono: +48 (0)12 / 630 47 00
Fax: +48 (0)12 / 630 47 01

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V.-org.sl. **REP. CECA**
Czech Branch
Avenir Business Park, Radlická 714/113a
CZ-158 00 Praha 5
Telefono: +420 - 251 551 470
Fax: +420 - 251-551-471

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **RUSSIA**
52, bld. 3 Kosmodamianskaya nab 8 floor
RU-115054 Moscow
Telefono: +7 495 721-2070
Fax: +7 495 721-2071

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **SPAGNA**
Spanish Branch
Carretera de Rubí 76-80
E-08190 Sant Cugat del Vallés (Barcelona)
Telefono: 902 131121 // +34 935653131
Fax: +34 935891579

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. **UK**
UK Branch
Travellers Lane
UK-Hatfield, Herts. AL10 8XB
Telefono: +44 (0)1707 / 27 61 00
Fax: +44 (0)1707 / 27 86 95

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION **GIAPPONE**
Office Tower "Z" 14 F
8-12,1 chome, Harumi Chuo-Ku
Tokyo 104-6212
Telefono: +81 3 622 160 60
Fax: +81 3 622 160 75

MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION, Inc. **USA**
500 Corporate Woods Parkway
Vernon Hills, IL 60061
Telefono: +1 847 478 21 00
Fax: +1 847 478 22 53

DISTRIBUTORI EUROPEI

GEVA **AUSTRIA**
Wiener Straße 89
AT-2500 Baden
Telefono: +43 (0)2252 / 85 55 20
Fax: +43 (0)2252 / 488 60

ESCO DRIVES & AUTOMATION **BELGIO**
Culliganlaan 3
BE-1831 Diegem
Telefono: +32 (0)2 / 717 64 30
Fax: +32 (0)2 / 717 64 31

Koning & Hartman b.v. **BELGIO**
Woluwelaan 31
BE-1800 Vilvoorde
Telefono: +32 (0)2 / 257 02 40
Fax: +32 (0)2 / 257 02 49

TEHNIKON **BIELORUSSIA**
Oktyabrskaya 16/5, Off. 703-711
BY-220030 Minsk
Telefono: +375 (0)17 / 210 46 26
Fax: +375 (0)17 / 210 46 26

INEA BH d.o.o. **BOSNIA E ERZEGOVINA**
Aleja Lipa 56
BA-71000 Sarajevo
Telefono: +387 (0)33 / 921 164
Fax: +387 (0)33/ 524 539

AKHNATON **BULGARIA**
4 Andrej Ljapchev Blvd. Pb 21
BG-1756 Sofia
Telefono: +359 (0)2 / 817 6044
Fax: +359 (0)2 / 97 44 06 1

INEA CR d.o.o. **CROAZIA**
Losinjska 4 a
HR-10000 Zagreb
Telefono: +385 (0)1 / 36 940 - 01/ -02/ -03
Fax: +385 (0)1 / 36 940 - 03

Beijer Electronics A/S **DANIMARCA**
Lykkegårdsvej 17
DK-4000 Roskilde
Telefono: +45 (0)46/ 75 76 66
Fax: +45 (0)46 / 75 56 26

Beijer Electronics Eesti OÜ **ESTONIA**
Pärnu mnt.160i
EE-11317 Tallinn
Telefono: +372 (0)6 / 51 81 40
Fax: +372 (0)6 / 51 81 49

Beijer Electronics OY **FINLANDIA**
Peltoie 37
FIN-28400 Ulvila
Telefono: +358 (0)207 / 463 540
Fax: +358 (0)207 / 463 541

UTECO **GRECIA**
5, Mavrogenous Str.
GR-18542 Piraeus
Telefono: +30 211 / 1206 900
Fax: +30 211 / 1206 999

Beijer Electronics SIA **LETTONIA**
Ritausmas iela 23
LV-1058 Riga
Telefono: +371 (0)784 / 2280
Fax: +371 (0)784 / 2281

Beijer Electronics UAB **LITUANIA**
Savanoriu Pr. 187
LT-02300 Vilnius
Telefono: +370 (0)5 / 232 3101
Fax: +370 (0)5 / 232 2980

ALFATRADE Ltd. **MALTA**
99, Paola Hill
Malta- Paola PLA 1702
Telefono: +356 (0)21 / 697 816
Fax: +356 (0)21 / 697 817

INTEHSIS srl **MOLDAVIA**
bld. Traian 23/1
MD-2060 Kishinev
Telefono: +373 (0)22 / 66 4242
Fax: +373 (0)22 / 66 4280

Beijer Electronics AS **NORVEGIA**
Postboks 487
NO-3002 Drammen
Telefono: +47 (0)32 / 24 30 00
Fax: +47 (0)32 / 84 85 77

DISTRIBUTORI EUROPEI

HIFLEX AUTOMATISERINGSTECHNIEK B.V. **OLANDA**
Wolweverstraat 22
NL-2984 CD Ridderkerk
Telefono: +31 (0)180 – 46 60 04
Fax: +31 (0)180 – 44 23 55

Koning & Hartman b.v. **OLANDA**
Haarlerbergweg 21-23
NL-1101 CH Amsterdam
Telefono: +31 (0)20 / 587 76 00
Fax: +31 (0)20 / 587 76 05

Fonseca S.A. **PORTUGAL**
R. João Francisco do Casal 87/89
PT - 3801-997 Aveiro, Esgueira
Telefono: +351 (0)234 / 303 900
Fax: +351 (0)234 / 303 910

AutoCont C.S. s.r.o. **REP. CECA**
Technologická 374/6
CZ-708 00 Ostrava-Pustkovec
Telefono: +420 595 691 150
Fax: +420 595 691 199

Sirius Trading & Services srl **ROMANIA**
Aleea Lacul Morii Nr. 3
RO-060841 Bucuresti, Sector 6
Telefono: +40 (0)21 / 430 40 06
Fax: +40 (0)21 / 430 40 02

Craft Con. & Engineering d.o.o. **SERBIA**
Bulevar Svetog Cara Konstantina 80-86
SER-18106 Nis
Telefono: +381 (0)18 / 292-24-4/5
Fax: +381 (0)18 / 292-24-4/5

INEA SR d.o.o. **SERBIA**
Izletnicka 10
SER-113000 Smederevo
Telefono: +381 (0)26 / 617 163
Fax: +381 (0)26 / 617 163

SIMAP s.r.o. **SLOVACCHIA**
Jána Derku 1671
SK-911 01 Trencín
Telefono: +421 (0)32 743 04 72
Fax: +421 (0)32 743 75 20

PROCONT, spol. s r.o. Prešov **SLOVACCHIA**
Kúpelná 1/A
SK-080 01 Prešov
Telefono: +421 (0)51 7580 611
Fax: +421 (0)51 7580 650

INEA d.o.o. **SLOVENIA**
Stegne 11
SI-1000 Ljubljana
Telefono: +386 (0)1 / 513 8100
Fax: +386 (0)1 / 513 8170

Beijer Electronics AB **SVEZIA**
Box 426
SE-20124 Malmö
Telefono: +46 (0)40 / 35 86 00
Fax: +46 (0)40 / 93 23 01

Omni Ray AG **SVIZZERA**
Im Schörli 5
CH-8600 Dübendorf
Telefono: +41 (0)44 / 802 28 80
Fax: +41 (0)44 / 802 28 28

GTS **TURCHIA**
Bayraktar Bulvari Nutuk Sok. No:5
TR-34775 Yukarı Dudullu-Ümraniye-İSTANBUL
Telefono: +90 (0)216 526 39 90
Fax: +90 (0)216 526 3995

CSC Automation Ltd. **UCRAINA**
4-B, M. Raskovoyi St.
UA-02660 Kiev
Telefono: +380 (0)44 / 494 33 55
Fax: +380 (0)44 / 494-33-66

MELTRADE Kft. **UNGHERIA**
Fertő utca 14.
HU-1107 Budapest
Telefono: +36 (0)1 / 431-9726
Fax: +36 (0)1 / 431-9727

DISTRIBUTORI - EURASIA

Kazpromautomatics Ltd. **KAZAKISTAN**
Mustafina Str. 7/2
KAZ-470046 Karaganda
Telefono: +7 7212 / 50 11 50
Fax: +7 7212 / 50 11 50

DISTRIBUTORI - MEDIO ORIENTE

TEXEL ELECTRONICS Ltd. **ISRAELE**
2 Ha´umanut, P.O.B. 6272
IL-42160 Netanya
Telefono: +972 (0)9 / 863 39 80
Fax: +972 (0)9 / 885 24 30

CEG INTERNATIONAL **LIBANO**
Cebaco Center/Block A Autostrade DORA
Lebanon - Beirut
Telefono: +961 (0)1 / 240 430
Fax: +961 (0)1 / 240 438

DISTRIBUTORI - AFRICA

CBI Ltd. **AFRICA DEL SUD**
Private Bag 2016
ZA-1600 Isando
Telefono: + 27 (0)11 / 977 0770
Fax: + 27 (0)11 / 977 0761